Projektbericht Research Report

## Quantitative Ansätze zur Bewertung von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen im Vergleich

Sebastian Koch Richard Sellner Hannes Zenz

> Berichtsversion: April 2020

Studie im Auftrag der ÖBB Infrastruktur AG





### **Autoren**

Dr. Sebastian Koch, Dr. Richard Sellner, Mag. Hannes Zenz

### Titel

Quantitative Ansätze zur Bewertung von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen im Vergleich

### Kontakt

T +43 1 59991-126 E koch@ihs.ac.at

### Institut für Höhere Studien – Institute for Advanced Studies (IHS)

Josefstädter Straße 39, A-1080 Wien T +43 1 59991-0

F +43 1 59991-555

www.ihs.ac.at ZVR: 066207973

Die Publikation wurde sorgfältig erstellt und kontrolliert. Dennoch erfolgen alle Inhalte ohne Gewähr. Jegliche Haftung der Mitwirkenden oder des IHS aus dem Inhalt dieses Werks ist ausgeschlossen.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitu	ing	5
2	Verfah	ren und Rahmen von Bewertungen	6
2.1	Bewert	ungsverfahren	6
2.2	Bewert	ungsrahmen einer KNA	8
3	Konver	ntionelle Kostennutzenanalysen	9
3.1	Struktu	r einer konventionellen KNA	10
3.2	Betrieb	swirtschaftliche Effekte	10
3.3	Volkswi	rtschaftliche Effekte	11
3.4	Externe	Kosten, Monetarisierung und Wertsynthese	12
4	Wider	Economic Benefits (WEB)	14
4.1	Definition	on	14
4.2	Theoret	ische Einbettung	15
4.3	Klassifiz	ierung	16
	4.3.1	Agglomerationseffekte (WEB 1)	16
	4.3.2	Nutzeneffekte auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb (WEB 2)	18
	4.3.3	Nutzeneffekte durch ein verbessertes Arbeitsangebot (WEB 3)	20
4.4	Diskussi	on und internationaler Überblick	21
5	Bruttoi	nlandsprodukt vs. Wohlfahrt	25
5.1	Das Bru	ttoinlandsprodukt (BIP)	26
5.2	Quantif	izierbare Wohlfahrtsmaße	27
5.3	Wider E	conomic Benefits und BIP	28
6	Modell	e zur quantitativen Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen	34
6.1	Bewerti	ung einzelner Wohlfahrtseffekte	34
6.2	Räumlic	he berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle (SCGE und CGE)	34
6.3	Makroö	konomische Gleichgewichtsmodelle (GEM)	37
6.4	Regiona	lökonomische und -ökonometrische Modelle	38
6.5	Mikroöl	konometrische kausale Effektanalysen	41
6.6	System	Dynamics Models	44
6.7	Input-O	utput-Analysen	44
7	Zusamı	menfassung und Conclusio	49
8	Literati	ır	52

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1. Eighung des Bewertungsverfahrens in Abhangigkeit der Projektgegebenheiten
Abbildung 2: Bewertungsrahmen einer KNA
Abbildung 3: Darstellung der Nutzeneffekte durch einen höheren Output auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb
Abbildung 4: Länderüberblick: Einbezug von WEB/WEI in Bewertungsrichtlinien24
Abbildung 5: Entstehung, Verwendung und Verteilung des BIP in Österreich (2016)26
Abbildung 6: BIP pro Kopf (PPP) und Better Life Index (OECD)
Abbildung 7: Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Metriken BIP und Wohlfahrt29
Abbildung 8: Wider Economic Impacts des "North West Rail Link"-Projekts in Sydney33
Abbildung 9: Schematische Darstellung
Abbildung 10: Darstellung von Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steuerwirkungen46
Tabellenverzeichnis
Tabelle 1: Übersicht über Auswirkungen auf Wohlfahrt und BIP (Crossrail-Beispiel)30
Tabelle 2: Vergleichende Gegenüberstellung dreier Methoden bzw. Modelle51

## 1 Einleitung

Sowohl in der akademischen Literatur als auch in der Empirie findet sich ein breiter Konsens über die Verwendung von Kostennutzenanalysen (KNA) zur Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen bzw. zur Reihung mehrerer Maßnahmenoptionen. Eine KNA stellt die Kosten einer Investitionsoption ihrem Nutzen gegenüber. Sofern der Nutzen die Kosten überwiegt, ist das Projekt aus gesamtgesellschaftlicher Sicht erstrebenswert. Auch wenn es häufig zu Kostenüberschreitungen¹ kommt, sind die zu betrachtenden Kostenpositionen unstrittig und es stünden zumeist plausible Erwartungen über die Entwicklung zukünftiger Produktionspreise zur Verfügung. Die Ermittlung des Nutzens einer Maßnahme ist wesentlich aufwendiger, da dieser eine latente Größe darstellt und ihm auch keine natürliche Messgröße zugrunde liegt. Zudem muss abgegrenzt werden, wessen Nutzen und mit welchem Gewicht individuelle Nutzen gemessen werden sollen. Darüber hinaus kann ein Infrastrukturausbau sich über die verschiedensten Wirkungskanäle wie Gesundheit, Umwelt, Freizeit etc. sowohl positiv als auch negativ auf die Gesamtgesellschaft auswirken. Dabei stellt sich die Frage, wie die verschiedenen Nutzenkategorien mittels Monetarisierung zusammengeführt und in einer einheitlichen Metrik dargestellt werden sollen.

Der vorliegende praxisnahe Überblick soll die grundlegenden Konzepte sowie den Stand der wissenschaftlichen Diskussion zum Thema Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen aufbereiten. Der Fokus der Studie liegt dabei auf der Bewertung des Nutzens und den dahinterliegenden Konzepten, auf kostenseitige Aspekte wird daher nicht eingegangen.

Idealerweise sollten alle Effekte einer Infrastrukturmaßnahme bestmöglich erfasst werden, wobei Doppelerfassungen von Effekten vermieden werden müssen. Dafür stehen verschiedene Ansätze zur Verfügung, die im vorliegenden Überblick diskutiert werden. Dabei liegt das Augenmerk weniger auf den Beschreibungen der einzelnen Verfahrensabläufe, die viel genauer in den einzelnen Handbüchern und Leitfäden nachgeschlagen werden können.<sup>2</sup> Vielmehr sollen die quantitativen Ansätze, mit denen die Vor- und Nachteile oder allgemeiner der Nutzen bzw. die Effekte von Infrastrukturmaßnahmen bewertet werden können, dargestellt und diskutiert werden.

In der akademischen Literatur besteht insbesondere hinsichtlich der Methode zur Erfassung der direkten Effekte im Rahmen einer KNA ein breiter Konsens, welcher in Kapitel 3 zusammengefasst wird. In der akademischen Community besteht jedoch Uneinigkeit darüber, ob und gegebenenfalls in welcher Weise sogenannte *Wider Economic Benefits* oder auch *Wider Economic Impacts* berücksichtigt werden sollen, die über eine konventionelle KNA hinausgehen (siehe hierzu Kapitel 4).<sup>3</sup> Aus Sicht der EntscheidungsträgerInnen sind Bewertungsmethoden, deren Ergebnisse sich in BIP und Beschäftigungszuwächsen ausdrücken lassen, besonders gefragt; der

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Siehe Flyvbjerg, Holm und Buhl (2004) bzw. Love, Ahiaga-Dagbui und Irani (2016).

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Siehe hierzu EIB 2013 sowie EC (2015).

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Der Unterschied zwischen *Wider Economic Benefits* und *Wider Economic Impacts* wird in Kapitel 4.1 diskutiert.

Nutzenbegriff hingegen findet im politischen Diskurs weniger Anklang. Vor diesem Hintergrund werden in Kapitel 5 die Unterschiede von Bewertungsmethoden, deren Ergebnisse in BIP-Einheiten ausgedrückt werden, mit jenen in Nutzeneinheiten diskutiert. Anschließend werden in Kapitel 6 unterschiedliche Bewertungsmodelle vorgestellt. Der Bericht schließt in Kapitel 7 mit einem vergleichenden Überblick der Gemeinsamkeiten und Unterschiede ausgewählter Bewertungsmethoden.

## 2 Verfahren und Rahmen von Bewertungen

Jara-Diaz (2007) leitet in seinem Beitrag zur Verkehrswirtschaftstheorie die Bewertung des Nutzens im Transportbereich in etwa folgendermaßen ein: Im Regelfall bevorzugt die Bevölkerung günstigere, schnellere, sicherere oder komfortablere Verkehrsmittel. Die Verbesserung der Verkehrssysteme erfordert jedoch Mittel, die auch für andere wichtige Bedürfnisse eingesetzt werden können, wie etwa für Bildung oder Gesundheit. Das heißt, dem Wohlbefinden auf der einen Seite stehen Ressourcen auf der anderen Seite gegenüber. Aufgrund der gesellschaftlichen Notwendigkeit einer effizienten Ressourcenallokation muss – so schlussfolgert er – die Veränderung des Wohlbefindens in monetäre Einheiten "übersetzt" werden, um den Wert des gesteigerten Wohlbefindens den Kosten gegenüberstellen zu können. Nur wenn die Vorteile die Nachteile überwiegen, ist das Projekt gesellschaftlich erstrebenswert. Ob dies der Fall ist, muss in einer Analyse, einem Bewertungsverfahren, dargelegt werden.

Dieser grundlegenden Idee der Monetarisierung des Nutzens und anschließender Gegenüberstellung mit den Kosten folgen die meisten Leitfäden und Handbücher über die Bewertung von Infrastrukturinvestitionen, wie etwa jene der Europäischen Kommission (EC 2013) oder der Europäischen Investitionsbank (EIB 2015). Neben der klassischen KNA bieten diese aber auch andere Herangehensweisen an, da der Nutzen nicht immer monetarisiert werden kann oder eine Monetarisierung des Nutzens nicht erwünscht ist, im Fall der Bewertung von Menschenleben etwa.

In Abschnitt 2.1 wird daher kurz auf verschiedene Bewertungsverfahren eingegangen. Daran anschließend wird in Abschnitt 2.2 der Bewertungsrahmen einer KNA abgesteckt.

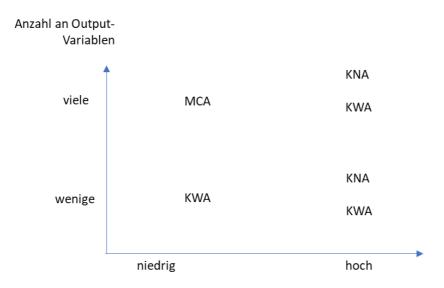
### 2.1 Bewertungsverfahren

Eine KNA zeichnet sich dadurch aus, dass alle Output-Variablen monetarisiert werden. Der gesamte Nutzenwert in Euro kann dann den Kosten in Euro gegenübergestellt werden. Die relevante Messgröße einer KNA ist damit der monetarisierte Nutzen. Die Kosten-Wirksamkeitsanalyse (KWA) hingegen wird verwendet, wenn eine Monetarisierung der Nutzen-komponenten nicht möglich oder erwünscht ist. Die Nutzenwirkungen werden nach einem Punktesystem bewertet. Kostenseitig entspricht das Verfahren der KNA. Multi-Criteria-Analysen (MCA) wiederum bestehen aus der gewichteten Kombination verschiedener Bewertungstechniken, die unterschiedliche Kriterien erfüllen (EIB 2015). Darüber hinaus ist die Wirkungsanalyse

(nicht in der Abbildung aufgeführt) ein Beurteilungsverfahren ohne formale Wertsynthese und beschränkt sich auf die Erarbeitung und beschreibende Darstellung des Wirkungsbildes von zu realisierenden Maßnahmen.

Abbildung 1 stellt kurz die sich im Hinblick auf die Anzahl der betrachteten Output-Variablen und den Grad der Monetarisierbarkeit/Aggregierbarkeit der Output-Variablen unterschiedlichen Bewertungsverfahren dar.

Abbildung 1: Eignung des Bewertungsverfahrens in Abhängigkeit der Projektgegebenheiten



Grad der Monetarisierbarkeit / Aggregierbarkeit von Output-Variablen

Quelle: Eigene Darstellung (IHS) in Anlehnung an EIB (2013).

In der vorliegenden Studie wird nicht näher auf diese alternativen Bewertungsverfahren eingegangen. Im Vordergrund steht das Bewertungsverfahren der Kostennutzenanalyse.

### 2.2 Bewertungsrahmen einer KNA

In der akademischen Literatur besteht insbesondere hinsichtlich der Methode zur Erfassung der direkten Effekte im Rahmen einer KNA ein breiter Konsens. In der akademischen Community besteht jedoch Uneinigkeit darüber, ob und gegebenenfalls in welcher Weise sogenannte Wider Economic Benefits oder auch Wider Economic Impacts berücksichtigt werden sollen, die über eine konventionelle KNA hinausgehen. Abbildung 2 fasst diese Erweiterung treffend in einem Schaubild zusammen. Auf der linken Seite der Abbildung 2 ist der konventionelle Rahmen einer KNA (Standard CBA Scope) dargestellt, während auf der rechten Seite der erweiterte Rahmen einer KNA (Wider Benefits Scope) abgebildet ist. Der grau unterlegte Bereich gibt dabei jenen Rahmen an, der in monetarisierten Nutzeneinheiten dargestellt oder umgerechnet werden kann. Erst wenn BIP- und Beschäftigungseffekte dargestellt werden sollen (unterer Teil der Abbildung 2), verlässt man das Konzept des monetarisierten Nutzens.

Transport intervention Wider benefits scope Standard CBA scope Average Market imperfections Distance Transport Reliability Resilience travel Comfort \$ cost travelled improvements time Location changes: Business Transport users Travel to · Housing Leisure affected (locations work · Business activities freight fixed in standard CBA) Jobs and commutes Welfare benefits Direct resource benefits Other resource benefits from: · Business/freight travel time/wage · Leisure/commute time savings More productive jobs · Increased labour supply Effects on welfare savings (incl. unreliability buffers) Reliability benefits and economy Fuel and operating cost savings · Comfort benefits · Induced property development · Safety benefits (vehicles) Safety benefits (life and injury) "Dynamic clustering" "Static clustering" agglomeration Environmental benefits Increased competition · Business/supply chain redesign Transmitted economic effects Flow-on and final Employment · Profits effects on economy • Output / GDP · Land and property value/rents · Productivity and wages · Other changes in prices Kev: → Major effects in CBA Minor effects in CBA --> Effects (usually) not captured in CBA

Abbildung 2: Bewertungsrahmen einer KNA

Quelle: Übernommen aus: Veryard, D. (2017): Improving transport cost-benefit analysis: Overview and findings. In: OECD International Transport Forum: Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport.

Da die vorliegende Studie ähnlich strukturiert ist wie in Abbildung 2 dargestellt, wird an dieser Stelle nicht auf Details der Abbildung eingegangen, sondern direkt auf die jeweiligen Kapitel verwiesen. Im anschließenden Kapitel wird zunächst auf die konventionelle KNA eingegangen und diese in ihren Grundzügen beschrieben. Kapitel 4 beschreibt die *Wider Economic Benefits*, die im Fokus dieser Studie stehen. In Kapitel 5 wird dann der Zusammenhang zwischen Wohlfahrt (gemessen in monetarisierten Nutzeneinheiten) und dem BIP dargestellt bzw. abgegrenzt.

## 3 Konventionelle Kostennutzenanalysen

Die KNA hat in Europa eine lange Tradition. Ihr Ursprung als Disziplin geht zurück auf den französischen Ingenieur Jules Dupuit aus dem Jahr 1884. Laut EIB (2013) ist sie in vielen Mitgliedstaaten zu einem integralen Bestandteil öffentlicher Beschlussfassung geworden, insbesondere um die Verwendung öffentlicher Mittel zu rechtfertigen. Viele Länder haben ihre eigenen Standards bzw. Richtlinien erlassen wie zum Beispiel das *Department for Transport* (DfT) im Vereinigten Königreich.<sup>4</sup> Auf länderübergreifender Ebene gibt es einen Leitfaden der EU-Kommission (EC 2015) sowie einen *Appraisal*-Guide der Europäischen Investitionsbank (EIB 2013).

In Österreich regeln die sogenannten Richtlinien und Vorschriften für das Straßenwesen (RVS) die Errichtung von Straßeninfrastruktur;<sup>5</sup> das RVS-Kapitel 02.01.22 beschäftigt sich mit Nutzen-Kosten-Untersuchungen im Straßenwesen. Für die Schiene gibt es ein Pendant dazu, die sogenannten Richtlinien und Vorschriften für das Eisenbahnwesen, RVE. Allerdings sind dem umfangreichen Inhaltsverzeichnis der RVE, anders als für die RVS, nur sporadisch Dokumente hinterlegt. Diese Dokumente sind nicht frei erhältlich, können aber entgeltlich erstanden werden.<sup>6</sup>

Einer jeden Bewertung geht eine Projektidentifikation voraus, in der die Ziele der Infrastrukturmaßname klar benannt werden. Anschließend erfolgt eine zeitliche, räumliche und inhaltliche Systemabgrenzung. Wesentlich hierbei ist die Frage, für welche NutzerInnengruppen bzw. Bevölkerungsgruppen (beispielsweise benachteiligte Regionen) die KNA erstellt wird ("Who has standing?"). Abhängig von der Größe des Projekts sind die Effekte auch länderübergreifend darzustellen.

Wesentlich für die Bewertung ist jedenfalls die Wahl des kontrafaktischen Szenarios, das heißt: Was wäre ohne die Umsetzung des Verkehrsprojekts geschehen? Daher sind nur all jene Effekte einzubeziehen, welche kausal auf die Infrastrukturinvestition zurückzuführen sind. Da davon auszugehen ist, dass das Bevölkerungswachstum (exklusive Migration) nicht durch die Investition beeinflusst wird, ist zum Beispiel die gleiche Bevölkerungsprognose in beiden Szenarien (mit und ohne Ausbau) zu unterstellen.

Aus der Perspektive der europäischen oder nationalen Förderpolitik sind die beiden Termini *Financial Net Present Value* (FNPV) und *Economic NET Present Value* (ENPV), also der betriebswirtschaftliche und volkswirtschaftliche Barwert, zu erwähnen. Ist der betriebswirtschaftliche Barwert positiv, bedeutet dies, dass die Infrastrukturmaßnahme sogar in eigenwirtschaftlicher Regie rentabel ist, da die Erlöse die Errichtungs-, Betriebs- und Instandhaltungskosten übersteigen. In diesem Fall ist keine öffentliche Förderung notwendig. Sollte aber der betriebswirtschaftliche Barwert negativ sein, wird ein privatwirtschaftliches Unternehmen in der Regel nicht dazu bereit sein, die Investitionen zu tätigen. Wenn in einem solchen Fall der volkswirtschaftliche

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> https://www.gov.uk/government/organisations/department-for-transport

 $<sup>^{5}\</sup> http://www.fsv.at/shop/produktdetail.aspx?IDProdukt=ad7b8680-d12a-4841-b06b-b1a0e606bf4b$ 

<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> http://www.fsv.at/shop/artikelliste.aspx?ID=6e473726-ba43-4d43-814e-b6722d6a01f3

Barwert positiv ist, der neben den betrieblichen Auswirkungen auch die volkswirtschaftlichen Effekte (Produktivitätssteigerungen in nachgelagerten Branchen, Stau-, Lärm- und Umweltkosten etc.) berücksichtigt, dann ist das Projekt aus gesellschaftlicher Sicht erstrebenswert und daher förderungswürdig. Für den Fall, dass ein Projekt einen negativen volkswirtschaftlichen Barwert aufweist, sollte die Investition unterlassen werden.

### 3.1 Struktur einer konventionellen KNA

Jede Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen besteht aus einzelnen Wirkungsbereichen. Diese können unterteilt werden, wobei je nach Projekt auch andere Wirkungsbereiche in Frage kommen. Die meisten weisen jedoch eine ähnliche Struktur auf wie nachstehend dargestellt:

#### Betriebswirtschaftliche Effekte:

- 1. Investitionskosten der Infrastruktur
- 2. Betriebs- und Instandhaltungskosten sowie Betriebserlöse

#### Volkswirtschaftliche Effekte:

- 3. Verkürzung der Reisezeiten und Transportzeiten
- 4. Reduktion von Fahrzeugbetriebskosten

#### **Externe Effekte:**

- 5. Verkehrssicherheit
- 6. Umweltwirkungen
- 7. Weitere externe Aspekte (Komfort, Verlässlichkeit etc.)

### 3.2 Betriebswirtschaftliche Effekte

Die Bewertung einer Infrastrukturmaßnahme kann meist in zwei Phasen getrennt werden: eine Bauphase, die mitunter zehn oder 15 Jahre lang dauern kann, und eine Betriebsphase, die nach der Bauphase beginnt. Für die Bewertung der Betriebsphase wird zumeist ein 30-jähriger Durchrechnungszeitraum angesetzt.

Aus betriebswirtschaftlicher Sicht werden dabei folgende Positionen unterschieden:

- Investitionskosten
- Instandhaltungskosten
- Betriebskosten
- Betriebserlöse

- Reinvestitionen
- Restwerte (zeitliche Abgrenzung) und
- Finanzierungskosten

Da sich diese Studie aber der Bewertung der gesamtgesellschaftlichen Vorteile eines Infrastrukturausbaus und nicht den betriebswirtschaftlichen Aspekten der Bau- und Betriebsphase widmet, werden die betriebswirtschaftlichen Effekte einer KNA angesichts des begrenzten Rahmens

ausgeblendet. An dieser Stelle sei daher auf die einschlägige Literatur bzw. auf die Bewertungsrichtlinien und Handbücher (EC 2015 oder EIB 2013) verwiesen.

Auf einen wesentlichen Aspekt der Erstellung einer KNA sei dennoch hingewiesen. Dieser betrifft die Überführung der betriebswirtschaftlichen Effekte in volkswirtschaftliche Effekte mithilfe von Schattenpreisen.

Beobachtete Preise sind nur eingeschränkt als Maßstab für die sozialen Opportunitätskosten von Inputs und Outputs zu verwenden, insbesondere wenn die tatsächlichen Preise aufgrund ineffizienter Märkte verzerrt sind oder die Regierung nicht kostendeckende Tarife für öffentliche Dienstleistungen festlegt. Ein gern verwendetes Beispiel ist der Arbeitsmarkt. Arbeitsmärkte sind oft durch strukturelle Arbeitslosigkeit geprägt, die aufgrund verschiedenster Markteingriffe wie Mindestlöhne, Steuern und Sozialbeiträge oder Subventionen verzerrt sind. In Folge reflektieren die beobachteten Marktpreise nicht die sozialen Opportunitätskosten der Arbeit. Mithilfe von Umrechnungsfaktoren können beobachtete Marktlöhne in Schattenlöhne umgerechnet werden und in Form von für die ökonomische Betrachtung relevanten sozialen Opportunitätskosten ausgedrückt werden. Praktisch bedeutet dies, dass z. B. bei vorherrschender Arbeitslosigkeit durch die Verwendung von Schattenlöhnen die Kostenposition Lohnkosten geringer bewertet wird. Bei gegebenem Nutzenniveau senkt die Berücksichtigung von Schattenpreisen die Kosten, was sich positiv auf die Gesamtbewertung der Infrastrukturmaßnahme auswirkt.

Neben der Korrektur der Marktpreise werden auch fiskalische Korrekturen vorgenommen. Für genauere Information darüber sowie zur Thematik der Schattenpreise wird auf das Handbuch der EC (2015) verwiesen.<sup>7</sup>

### 3.3 Volkswirtschaftliche Effekte

Die Verkürzung der Reise- und Transportzeit (beispielsweise durch Behebung von Bottlenecks) ist eines der zentralen Ziele, die durch die Errichtung bzw. den Ausbau von Verkehrsinfrastruktur verfolgt werden. In einer KNA stellen die monetarisierten Zeitersparnisse meist den wesentlichen Bestandteil des volkswirtschaftlichen Nutzens dar. Neben den Zeitersparnissen der Nutzer-Innen beinhalten die volkswirtschaftlichen Effekte auch die Reduktion von Fahrzeugbetriebskosten. In den meisten konventionellen KNA werden die monetarisierten Zeitersparnisse der Nutzer-Innen unter der Konsumentenrente und die Reduktion der Fahrzeugbetriebskosten unter der Produzentenrente zusammengefasst. Da erstere die Zweitgenannten meist deutlich übersteigen, soll im Folgenden genauer auf die Reise- und Transportzeitveränderungen eingegangen werden.

Das Konzept zur monetären Bewertung von Zeit ist der mikroökonomischen Theorie entnommen, wonach die individuelle Entscheidung, wie viele Arbeitsstunden eine Person am Arbeitsmarkt anbietet, neben dem Lohn auch von der impliziten Bewertung der Freizeit abhängt.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> EC (2015): Fiskalische Korrekturen (S. 55); Schattenpreise (S. 56).

Während der Nutzen in der mikroökonomischen Theorie in abstrakten Einheiten wie beispielsweise "utils" gemessen werden kann, muss er bei der Gegenüberstellung mit den Kosten innerhalb einer KNA in monetäre Einheiten überführt werden. Dies erfolgt im Regelfall über mehr oder minder objektiv ermittelte Zeitkostensätze. In der Praxis orientieren sich die Zeitkosten im Personenverkehr an den Reisezwecken (z. B. Geschäfts-, Pendel-, Freizeitverkehr etc.) und im Güterverkehr an den Kapitalbindungskosten, welche nach Fahrzeuggruppen (z. B. LKW, Bahn, Flugzeug, Schiff) differenziert abgeschätzt werden.

Wenn man den Nutzen der Transport- und Reisezeitersparnis in einer KNA von Zeiteinheiten in Geldeinheiten überführt, spricht man auch von einer Monetarisierung des Nutzens. In einer europaweiten Meta-Analyse zum Wert der Reisezeit (Wardman et al. 2012) wird der *Value of Travel Time* (VTT) als jener Wert beschrieben, bei dem ein Reisender indifferent ist zwischen einer Erhöhung der Reisekosten und einer Verlängerung der Reisezeit.

Eine solche Bewertung der Reise- und Transportzeiten gilt als Best Practice gemäß den Regelwerken zur Durchführung von Gutachten über Investitionsprojekte der Europäischen Kommission und der Europäischen Investitionsbank.<sup>8</sup> Sofern die notwenige Datenbasis vorliegt, ist unter Berücksichtigung gewisser Vorgehensweisen (z. B. der *Rule of Half* für den induzierten Verkehr) der monetarisierte Nutzen durch einfache Rechenoperationen<sup>9</sup> zu kalkulieren und in der KNA den Kosten gegenüberzustellen.

Allerdings ist diese Methode auch nicht frei von Kritik. So kritisiert z. B. Metz (2008) die Art der Bewertung von Reisezeitverkürzungen, da die empirische Evidenz unzureichend ist. So zeigt er am Beispiel des Vereinigten Königreichs, dass die durchschnittliche Jahresgesamtreisezeit pro Person über 40 Jahre nahezu unverändert blieb. Er schlussfolgert, dass die eingesparte Reisezeit zur Erreichung weiter entfernter Ziele genutzt wird. Somit müsste die Bewertung des Nutzens innerhalb einer KNA nicht auf die Reisezeitverkürzung abstellen, sondern auf die Erhöhung der Erreichbarkeit. Metz (2008) kritisiert aber auch generell die Idee der Nutzenmaximierung als Basis für Entscheidungen von Reisenden.

### 3.4 Externe Kosten, Monetarisierung und Wertsynthese

Die Vorgehensweise zur Ermittlung von externen Kosten, deren Monetarisierung und die abschließende Wertsynthese werden nicht weiter ausgeführt, da die Studie auf einen Vergleich der Modelle zur Ermittlung des Nutzens von Infrastrukturprojekten, insbesondere den durch eine Verkürzung von Transport- und Reisezeit induzierten Nutzen, fokussiert. Es soll daher nur kurz auf die wesentlichen Punkte hinsichtlich externer Kosten, Monetarisierung und Wertsynthese eingegangen werden.

 $<sup>^{8}</sup>$  EC (2008), EC (2015), EIB (2013).

<sup>&</sup>lt;sup>9</sup> Zumeist wird die mit Stundensätzen bewertete Reisezeitersparnis über alle NutzerInnen aufsummiert. Weitere Informationen zu den induzierten Verkehren und der dann anzuwendenden *Rule of Half* können z. B. dem EIB Handbuch (EIB 2013) ab S. 87 entnommen werden.

Die Monetarisierung der Kosten einzelner Teilbereiche (wie etwa Gesundheit, Umwelt etc.) unterliegt keinem genormten Verfahren. Die Ansätze zur Schätzung der jeweils relevanten Kostensätze und damit auch die Kostensätze selbst divergieren daher mitunter stark. Andererseits gibt es umfangreiche internationale Studien wie etwa HEATCO (Bickel et al. 2006), die für eine Vielzahl an benötigten Bewertungsparametern länderspezifische Kostensätze empfehlen. Jedoch zeigt etwa der mediale Diskurs über die Höhe der Bepreisung einer Tonne CO<sub>2</sub> immer wieder, dass bei der Wahl der Sätze zu externen Kosten noch kein wissenschaftlicher Konsens vorherrscht.

Das wesentliche Merkmal einer jeden KNA ist die Monetarisierung über alle Output-Variablen. Dadurch kann eine Summierung des Nutzens über die einzelnen Wirkungsbereiche und somit das Aggregat des Gesamtnutzens der Infrastrukturinvestition gebildet werden. Übersteigt der Gesamtnutzen die Gesamtkosten, so ist das analysierte Investitionsprojekt aus gesellschaftlicher Sicht erstrebenswert, andernfalls bestünde ein höherer gesamtgesellschaftlicher Nutzen ohne Umsetzung des Projekts.

Abschließend soll noch auf die Rolle eines der wichtigsten Parameter innerhalb einer Wertsynthese – der sozialen Diskontrate – eingegangen werden. Da die Effekte des Infrastrukturausbaus zumeist über einen längeren Zeitraum ("Durchrechnungsperiode") auftreten, müssen die zu unterschiedlichen Zeitpunkten auftretenden Kosten- und Nutzenwerte auf eine einheitliche zeitliche Basis bezogen werden. Dies erfolgt im Regelfall über die Barwertmethode, bei der die Berechnung des *Economic Net Present Values* unter Verwendung der sozialen Diskontrate durchgeführt wird, welche zukünftig anfallende Kosten und Nutzenwerte auf einen bestimmten Zeitpunkt abzinst. Da die Kosten der Infrastrukturinvestition zum Großteil zu Beginn der Durchrechnungsperiode anfallen, der Nutzen sich aber erst mit Betriebsbeginn und verteilt über viele Jahre einstellt, kann über die Wahl der sozialen Diskontrate das Ergebnis der KNA stark beeinflusst werden. In Handbüchern und Leitfäden bestehen Empfehlungen über die Wahl der sozialen Diskontrate, jedoch weisen diese eine große Bandbreite an Werten auf. 10

 $<sup>^{10}</sup>$  Zur Problematik der Wahl des Diskontierungsfaktors ("soziale Diskontrate") siehe z. B. EU (2015: 301ff.).

## 4 Wider Economic Benefits (WEB)

### 4.1 Definition

Wider Economic Benefits (WEB) oder Wider Economic Impacts (WIE) sind Sammelbegriffe für Effekte, die im konventionellen Bewertungsrahmen einer KNA entweder gar nicht oder aber nicht ausreichend erfasst werden (siehe z. B. Rothengatter 2017).

Wie bereits in Kapitel 3.1 beschrieben, deckt eine KNA im konventionellen Bewertungsrahmen (siehe *Standard CBA scope* im linken Teil der Abbildung 2) im Wesentlichen die direkten Wirkungen einer Infrastrukturinvestition ab. Dazu gehören Änderungen der generalisierten Kosten der bestehenden InfrastrukturbenutzerInnen (v. a. Zeit- und Betriebskosten) sowie Nutzeneffekte durch induzierten Verkehr oder Verkehrsverlagerungen.<sup>11</sup> Außerdem umfasst sie externe Effekte wie die Vermeidung von Unfallfolgekosten, Lärmkosten oder Umweltschäden.<sup>12</sup>

Dieser konventionelle Bewertungsrahmen wird nun um die zusätzlichen Wohlfahrtseffekte erweitert (siehe *Wider benefits scope* auf der rechten Seite der Abbildung 2), die aufgrund von Marktunvollkommenheiten in nachgelagerten Sekundärmärkten entstehen können. Dazu gehören Agglomerationseffekte oder Effekte, die durch eine Vergrößerung des Arbeitsmarkts, durch Intensivierung des Wettbewerbs oder durch neue Möglichkeiten der Supply-Chain-Organisation getrieben werden.

Im Rahmen dieser Studie wird daher der Begriff der *Wider Economic Benefits* folgendermaßen verwendet. *Wider Economic Benefits* (WEB) sind jene Auswirkungen auf die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt, die über den konventionellen Bewertungsrahmen einer KNA hinausgehen. Sie werden – wie bei einer konventionellen KNA – in monetarisierten Nutzeneinheiten gemessen. Die Wirkungen der WEB sowie der konventionellen KNA werden somit in der gleichen Metrik gemessen und können daher aufaddiert werden.

In der Literatur wird auch der Begriff *Wider Economic Impacts* (WEI) verwendet. Nach dem Verständnis der Autoren dieser Studie werden darunter alle Auswirkungen zusammengefasst, also nicht nur auf die gesamtgesellschaftliche Wohlfahrt, sondern auch jene, die nicht in monetarisierten Nutzeneinheiten gemessen werden, wie etwa zusätzliches BIP-Wachstum<sup>13</sup>, Beschäftigungszuwächse, Lohnzuwächse etc. (wie sie im unteren Teil der Abbildung 2 als *Transmitted economic effects* dargestellt sind). Der Begriff der WEI ist somit breiter definiert.

Bevor auf die einzelnen WEB in Kapitel 4.3. eingegangen wird, soll im Folgenden die theoretische Einbettung der WEB aufgearbeitet werden.

<sup>&</sup>lt;sup>11</sup> All diese Effekte können unter Umständen an andere Akteurlnnen weitergegeben werden (z. B. geringere Transportkosten eines Unternehmens in Form von niedrigeren Preisen an die Kundlnnen oder geringere Fahrzeiten in ein Zentrum über steigende Grundstücks- und Mietpreise an die Grundbesitzerlnnen).

 $<sup>^{12}</sup>$  Diese Berücksichtigung von externen Kosten deckt Marktversagen (nicht eingepreiste Externalitäten) am Primärmarkt ab.

 $<sup>^{13}</sup>$  Der Unterschied zwischen BIP und Wohlfahrt wird in Kapitel 5 diskutiert.

### 4.2 Theoretische Einbettung

Wie eingangs beschrieben, können die wirtschaftlichen Auswirkungen von Infrastrukturinvestitionen als direkt oder indirekt eingestuft werden. Laut Wangsness et al. (2017) manifestieren sich die direkten Effekte in den Veränderungen der NutzerInnenkosten sowie der externen Kosten des Verkehrs. In diesem Kontext wird der Transportmarkt auch als Primärmarkt bezeichnet. Die indirekten Effekte beschreiben die wirtschaftlichen Auswirkungen auf nicht direkt mit dem Verkehr verbundene Märkte wie etwa auf die Produkt-, Arbeits- oder Rohstoffmärkte, auch Sekundärmärkte genannt.

Infrastrukturinvestitionen (also auf dem Transportmarkt) senken die generalisierten Kosten. Der Nutzen von bestehenden sowie von neuen NutzerInnen der Infrastruktur steigt. Die Vorteile, die den Transportnutzenden etwa durch Fahrzeitverkürzungen entstehen, können im Güterverkehr beispielsweise an die Produktmärkte weitergegeben werden (DfT 2005). Dies führt in weiterer Folge z. B. zu einer Reduktion der Preise auf den nachgelagerten Produktmärkten, wodurch letztendlich die Haushalte profitieren.

Unter der Annahme, dass auf den Sekundärmärkten vollkommener Wettbewerb<sup>14</sup> herrscht (d. h. der Preis entspricht den Grenzkosten der Produktion), kann aus theoretischer Sicht gefolgert werden, dass die Wohlfahrtseffekte am Primärmarkt die gesamten Wohlfahrtseffekte bereits abbilden, da es auf den Sekundärmärkten zwar zu neuen Gleichgewichten kommt, diese aber unter diesen Wettbewerbsbedingungen zu keiner Änderung des gesamtgesellschaftlichen Nutzens führen (EIB 2013: 32ff). Daher müssen keine zusätzlichen Effekte auf den Sekundärmärkten berücksichtigt werden. Der am Primärmarkt gemessene direkte Nutzen erfasst bereits alle relevanten Vorteile. Eine erneute Berücksichtigung der Effekte auf den Sekundärmärkten würde zu einer Doppelzählung führen.<sup>15</sup>

Aber, die vollständige Abbildung aller Nutzeneffekte durch die direkten Wirkungen am Primärmarkt ist nur dann gegeben, wenn auf den Sekundärmärkten gilt: Preis = Grenzkosten. In der Praxis sind die Märkte aber von monopolistischer Konkurrenz (Markt- und Preissetzungsmacht), steigenden Skalenerträgen, asymmetrischer Information, Steuern, Abgaben und Subventionen geprägt und entsprechen somit nicht dem theoretischen Idealbild des vollkommenen Markts. Bei Vorliegen von Marktunvollkommenheiten entsprechen die direkten Effekte daher nicht mehr den Gesamteffekten (Jara-Diaz 1986), und müssten gesondert berücksichtigt werden. Die Literatur wie z. B. in DfT (2005), Legaspi et al. (2015) oder Wangsness et al. (2017) fasst diese weiteren ökonomischen Effekte unter dem Begriff der *Wider Economic Benefits* zusammen, welche in den nachfolgenden Unterkapiteln näher betrachtet werden.

<sup>&</sup>lt;sup>14</sup> Perfekter Wettbewerb bedeutet u. a., dass die MarktakteurInnen unter vollständiger Information agieren, dass keine Markteintritts- und Austrittsbarrieren vorherrschen oder dass es keine marktwirksamen Transaktionskosten oder Subventionen gibt. Dies führt dazu, dass eine große Anzahl an AnbieterInnen am Markt auftritt, die ihre Produkte zu Grenzkosten anbieten. Daraus ergibt sich auch, dass die Produktion der Unternehmen durch konstante Skalenerträge geprägt ist, da bei steigenden Skalenerträgen einige wenige Unternehmen eine dominante Marktstellung durch eine Ausweitung der Produktion erreichen könnten.

<sup>&</sup>lt;sup>15</sup> Siehe hierzu auch Mohringer (1993).

### 4.3 Klassifizierung

Während die Vorgehensweisen, Methoden und Berechnungsansätze einer konventionellen KNA breit abgesichert sind, konnte sich die akademische Community (z. B. DfT 2005, Legaspi et al. 2015 oder auch Rothengatter 2017) noch nicht auf einen Konsens hinsichtlich der Klassifizierung und Bewertungsansätze von WEB einigen. Je nach AutorIn werden die verschiedenen Effekte von WEB unterschiedlich zusammengefasst, dennoch kristallisiert sich eine grobe Einteilung der WEB in drei Haupteffekte heraus:

- 1.) Agglomerationseffekte
- 2.) Nutzeneffekte in Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb
- 3.) Effekte durch ein größeres Arbeitskräfteangebot

Die ökonomisch-theoretische Begründung sowie die empirischen Effektkanäle dieser drei Effekte im ökonomisch-weiteren Sinne werden im Folgenden genauer ausgeführt.

### 4.3.1 Agglomerationseffekte (WEB 1)

Agglomerationseffekte bezeichnen Produktivitätseffekte, von denen Unternehmen aufgrund einer stärkeren "Ballung" an sozialer und ökonomischer Aktivität profitieren. Tendenziell sind Unternehmen produktiver, wenn sie sich in größeren Clustern oder Agglomerationen befinden. Gründe dafür können u. a. ein größerer Absatzmarkt, eine größere Vielfalt von LieferantInnen, ein größerer Arbeitsmarkt oder Know-how-Transfer zwischen Unternehmen sein.

Investitionen in die Transportinfrastruktur führen in der Regel dazu, dass sich – allgemein formuliert – Erreichbarkeiten ändern. Dies kann räumlicher und/oder zeitlicher Natur sein und führt daher zu unterschiedlichen Effekten:

- (1) Unternehmen rücken, ohne ihre Standorte zu verändern, aufgrund der verringerten generalisierten Transportkosten<sup>16</sup> "näher zusammen", ihre relevanten Absatz- und Arbeitsmärkte werden größer: Dieser Effekt wirkt sich in aller Regel positiv auf den Nutzen des zu bewertenden Projekts aus.
- (2) Unternehmen oder Arbeitskräfte könnten aufgrund der veränderten Transportkosten aber auch entscheiden, ihren Standort zu wechseln. Diese Entscheidung wirkt sich dann nicht nur auf das umsiedelnde Unternehmen selbst aus, sondern auch auf andere Unternehmen der Agglomeration, da durch jedes absiedelnde Unternehmen der Ballungsgrad sinkt bzw. durch ein sich ansiedelndes Unternehmen steigt. Dieser Effekt wird in Summe wohl positiv sein, kann regional betrachtet aber stark divergieren und auch negativ sein.

Das DfT stellt in seinem Beitrag aus dem Jahr 2005 (S. 22) eine Möglichkeit vor, die Agglomerationseffekte zu berechnen. Dieser Ansatz kann unabhängig von anderen Berechnungen verfolgt

1

 $<sup>^{16}</sup>$  Die natürlich auch die Fahrzeiten inkludieren.

werden und soll im Folgenden vorgestellt werden. Eine alternative Berechnung mit Hilfe eines SCGE-Modells (Siehe z. B. Hansen und Johansen 2017) wird in Kapitel 6.2 vorgestellt.

Der Ballungs- oder Agglomerationsgrad wird häufig durch die Beschäftigungsdichte<sup>17</sup> einer Region ausgedrückt, die mit der Anzahl der Arbeitsplätze je km² definiert wird. In der vorliegenden Fragestellung ist allerdings zur Abschätzung der Agglomerationseffekte die "effektive Beschäftigungsdichte" besser geeignet, die auch umliegende Regionen einbezieht und diese auf Basis der generalisierten Transportkosten gewichtet. Im Detail ergibt sich die effektive Beschäftigungsdichte der Region j daher aus den Arbeitsplätzen (E) in der Region selbst sowie in benachbarten Regionen k, die mit einer Funktion auf Basis der generalisierten Transportkosten zwischen den Regionen ( $T_{j,k}$ ) gewichtet werden:

$$ED_j = \sum_k E_k T_{j,k}^{\alpha}$$

Der Parameter  $\alpha$  bestimmt, wie stark der Einfluss benachbarter Regionen mit den Transportkosten abnimmt (z. B.  $\alpha$ =-1).

Eine Infrastrukturinvestition kann daher auf verschiedenen Wegen zu einem Anstieg der effektiven Beschäftigungsdichte führen: Einerseits kann sie zur Verlagerung von Arbeitsplätzen aus anderen Regionen oder zur Schaffung gänzlich neuer Arbeitsplätze führen, andererseits führt auch die Verringerung der generalisierten Transportkosten alleine schon zu einer höheren Dichte, auch wenn kein einziger Arbeitsplatz verlagert wird.

Ausgehend von der relativen Veränderung der Beschäftigungsdichte durch die Transportinvestition  $\left(\frac{\Delta ED_j}{ED_i}\right)$  lassen sich die Agglomerationseffekte für ein Jahr in der Folge berechnen als:

WEB 1 = 
$$\sum_{i,j} \left[ \left( \varepsilon_{i,j} \times \frac{\Delta E D_j}{E D_j} \right) \times G D P_{i,j} \times E_{i,j} \right]$$

Dabei bezeichnet der Index *i* die Wirtschaftssektoren und *j* die Regionen. Als weitere Faktoren fließen in die Berechnung ein:

- $\varepsilon_{i,j}$  ... Elastizität der Produktivität bezüglich der effektiven Dichte von Sektor i in Region i.
- GDP<sub>i,j</sub> ... Output (BIP) pro beschäftigte Person in Sektor *i* in Region *j* und
- $E_{i,j}$  ... Anzahl der Arbeitsplätze in Sektor i in Region j.

Der Agglomerationseffekt für ein Jahr ergibt sich damit aus der Summe der Effekte über alle relevanten Wirtschaftssektoren und Regionen. Um den Agglomerationseffekt über den gesamten Bewertungszeitraum zu erhalten, müssen die einzelnen Jahreswerte mit einer Diskontrate auf ein Basisjahr abgezinst und anschließend aufaddiert werden.

<sup>&</sup>lt;sup>17</sup> Alternativ können auch die Dichtewerte für Bevölkerung, Humankapital, Kaufkraft, Wertschöpfung oder Unternehmen bestimmter Wirtschaftszweige herangezogen werden.

Die größte Herausforderung bei der Berechnung der Agglomerationseffekte in der Praxis ist wohl die Datenverfügbarkeit: Während die generalisierten Kosten im Basisfall und in den Projektszenarien aus der Verkehrsmodellierung folgen, sind Dichteelastizitäten – insbesondere auf sektoraler Ebene – zumeist nicht verfügbar und müssen erst empirisch geschätzt werden.

### 4.3.2 Nutzeneffekte auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb (WEB 2)

Diese Effekte werden wiederum unterschieden in Nutzeneffekte, die durch einen höheren Output auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb generiert werden, und in Nutzeneffekte, die durch eine Intensivierung des Wettbewerbs entstehen.

## Nutzeneffekte durch einen höheren Output auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb (WEB 2a)

Auf unvollkommenen Märkten können Wohlfahrtsgewinne entstehen, die durch eine KNA des konventionellen Bewertungsrahmens nicht abgedeckt sind. Zeitgewinne bei Dienstreisen durch Infrastrukturprojekte werden in KNAs durch den *Value-of-Travel-Time* erfasst, der zumeist anhand der Bruttolöhne (oder der Dienstgeberkosten) bemessen wird. <sup>18</sup> Unter vollkommenem Wettbewerb (Preis ist gleich Grenzkosten) werden diese Vorteile in Form von reduzierten Preisen und höheren Output-Mengen an KundInnen weitergegeben, darüber hinaus entstehen keine Wohlfahrtsgewinne, alle Effekte sind daher schon durch die KNA (konventioneller Bewertungsrahmen) abgedeckt.

Allerdings ist dies bei unvollkommenem Wettbewerb auf Sekundärmärkten, die dem Transportmarkt (= Primärmarkt) nachgelagert sind, nicht mehr der Fall. Ein Unternehmen bestimmt – so die Theorie – seine gewinnoptimale Produktionsmenge als Schnittpunkt von Grenzkosten und Grenzerträgen. Bei vollkommener Konkurrenz entspricht die Grenzertrags- der Marktnachfragekurve und der Preis entspricht den Grenzkosten. Im Fall unvollkommener (beispielsweise monopolistischer) Konkurrenz liegt die Nachfragekurve oberhalb der Grenzertragskurve, womit ein Preis oberhalb der Grenzkosten gesetzt wird. In der Ausgangssituation (vor dem Infrastrukturprojekt) wird daher die Menge  $Q_M$  produziert und zum Preis  $P_M$  – der über den Grenzkosten  $MC_1$  liegt – verkauft.

18

<sup>&</sup>lt;sup>18</sup> Zusätzlich können (vor allem wenn sich auch die Fahrtstrecke verkürzt) auch Ersparnisse bei Fahrzeugbetriebskosten eine Rolle spielen.

Price Reduction in transport costs (welfare gain as measured in current appraisal Additional welfare benefits that arise under imperfect competition  $P_{N}$ Marginal Cost with underprovision of transport (MC<sub>1</sub>) Marginal Cost with optimal transport provision (MC<sub>2</sub>) Demand Marginal Revenue Quantity 0  $Q_M$  $Q_2$ 

Abbildung 3: Darstellung der Nutzeneffekte durch einen höheren Output auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb

Quelle: DfT 2005: 45.

Wenn aufgrund der Infrastrukturmaßnahme die Transportkosten und somit die Grenzkosten sinken (auf  $MC_2$ ), ergibt sich eine höhere Produktionsmenge  $Q_2$ , die zum Preis  $P_2$  verkauft wird. In der KNA (konventioneller Bewertungsrahmen), die implizit von vollkommenem Wettbewerb ausgeht, sind durch die Zeitkostenersparnis bereits die dunkel schraffierten Flächen A und B in Abbildung 3 (= Kostensenkung multipliziert mit der Menge, wobei *Rule of Half* für zusätzliche Menge) berücksichtigt. Aufgrund der Unvollkommenheit des Markts ist der gesellschaftliche Nutzen des Infrastrukturprojekts größer als im vollkommenen Wettbewerbsfall: Da die Zahlungsbereitschaft der KonsumentInnen bei unvollkommenem Wettbewerb für die zusätzlich abgesetzte Menge  $Q_2 - Q_M$  (dargestellt durch die "Demand"-Kurve) über den Grenzkosten liegt, stellen auch die gepunkteten Flächen C, D und E einen zusätzlichen Nutzen dar. Diese ergeben sich durch Multiplikation der durch die Transportkostensenkung induzierten zusätzlichen Menge und der Differenz zwischen Preis und Grenzkosten.

Eine Möglichkeit, die Größe des Effekts abzuschätzen, wird vom DfT (2005: 26f) vorgestellt. Sie wenden einen Faktor V auf die Reisezeitersparnisse bei Geschäftsreisen (BTS) (und ggf. die Zuverlässigkeitsgewinne RG) an:

$$WEB \ 2b_t = (BTS_t + RG_t) \times V$$

Dieser Faktor V bestimmt sich durch den Anteil des Preisaufschlags am Gesamtpreis  $\left(\frac{P-MC}{P}\right)$  und die Nachfrageelastizität des unvollkommenen Markts (ED):<sup>19</sup>

$$V = \frac{P - MC}{P} \times ED$$

Die Literatur empfiehlt dabei für V zumeist Werte um 10 Prozent,<sup>20</sup> die Effekte durch einen höheren Output auf Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb (WEB 3) lassen sich daher mit etwa einem Zehntel des Werts der Reisezeitersparnisse bei Geschäftsreisen und gegebenenfalls der Vorteile durch höhere Zuverlässigkeit beziffern.

Eine alternative Berechnung mithilfe eines SCGE-Modells (Siehe z. B. Hansen und Johansen 2017) wird in Kapitel 6.2 vorgestellt.

### Nutzeneffekte durch eine Intensivierung des Wettbewerbs (WEB 2b)

Märkte sind in der Regel effizienter, je stärker die Konkurrenz ist. In der Praxis ist der Wettbewerb auf vielen Märkten allerdings eingeschränkt, was zu geringeren Mengen und höheren Preisen führt. Ein Faktor, der Wettbewerb auf Märkten verhindern kann, sind hohe Transportkosten (DfT 2005: 23ff).

Betrachtet man nun beispielsweise einen abgelegenen, schlecht erreichbaren Ort, so wird ein lokales Unternehmen angesichts schlechter Anbindung und dementsprechend hoher Transportkosten kaum Konkurrenz auf dem lokalen Markt durch Anbieter aus anderen Orten haben. Daher kann es seine Preise über den Produktionskosten ansetzen. Wird nun eine neue Straße in diese Stadt gebaut, die einen besseren Zugang zum lokalen Markt ermöglicht, könnte das die Konkurrenz erhöhen und in Folge zu geringeren Preisen und/oder zu höherer Qualität führen.

Das ist meistens dann der Fall, wenn eine Maßnahme zu einer signifikanten Verbesserung der Erreichbarkeit eines Markts führt, der stark durch regionale Monopole gekennzeichnet ist. In entwickelten Ländern sind solche Effekte eher in geringerem Ausmaß zu erwarten, da die Infrastruktur meist sehr gut ausgebaut ist und auch andere Faktoren (Möglichkeit, den Markt trotz schlechter Erreichbarkeit über eine lokale Niederlassung zu beliefern, oder wettbewerbsrechtliche Schranken) eine massive Ausnutzung von Marktmacht erschweren. Nutzeneffekte aufgrund einer Intensivierung des Wettbewerbs werden für entwickelte Volkswirtschaften wie Österreich in der Regel gering sein.

### 4.3.3 Nutzeneffekte durch ein verbessertes Arbeitsangebot (WEB 3)

Unvollkommenheiten treten nicht nur auf Produkt- sondern auch auf Arbeitsmärkten auf. Steuern auf Arbeit, Verhandlungsmacht von Unternehmen oder imperfekte Information zu

<sup>&</sup>lt;sup>19</sup> Zur Herleitung sei auf DfT 2005: 44ff. verwiesen.

<sup>&</sup>lt;sup>20</sup> Siehe z. B. Legaspi et al. 2015: 185.

überregionalen Arbeitsmärkten führen zu einem Unterangebot an Arbeit bzw. suboptimalem Matching zwischen ArbeitnehmerIn und ArbeitgeberIn. In der Arbeitsangebotsentscheidung von rationalen Menschen finden sich neben dem (Netto-)Einkommen oder der Bewertung der Freizeit auch Faktoren wie die Kosten und der Zeitaufwand für die Fahrt zum Arbeitsplatz wieder. Kosten und Zeit des Pendelns können wiederum durch generalisierte Kosten abgebildet werden. Sinken durch ein Infrastrukturprojekt die generalisierten Kosten des Pendelns, könnte dies dazu führen, dass:

- mehr Menschen eine Arbeit annehmen,
- Menschen mehr Stunden arbeiten, da sie weniger Zeit für den Arbeitsweg benötigen,
- das Matching verbessert wird und daher manche Menschen einen besser bezahlten Job in einem produktiveren (Grenzproduktivität = Lohn) Unternehmen annehmen, was durch Senkung der generalisierten Kosten (Pendeln) erst ermöglicht wurde.

Sowohl die Veränderung der Nettoeinkommen als auch die Änderung von Fahrtzeit und -kosten sind in der KNA bereits als Nutzen berücksichtigt<sup>21</sup> und dürfen nicht nochmals angesetzt werden. Eine Erhöhung der Beschäftigung (über neue Beschäftigungsverhältnisse bzw. eine höhere Stundenanzahl) bzw. eine Steigerung der Produktivität über ein besseres Matching erhöht jedoch die produktiv eingesetzten realen Ressourcen einer Volkswirtschaft. Da die Entscheidung der Arbeitnehmerin oder des Arbeitnehmers, einen Job anzunehmen vom Nettoeinkommen, jedoch die Produktivität und die Arbeitsnachfrage des Unternehmens vom Bruttoeinkommen abhängen, müssen die zusätzlichen Steuereinnahmen gesondert in der KNA berücksichtigt werden. Dazu gehört ein Anstieg der Einkommensteuern aufgrund gestiegener Beschäftigung oder höherer Löhne, aber auch ein Anstieg der Unternehmenssteuern aufgrund einer höheren Produktivität der Beschäftigten. Diese Steuereffekte können auf Basis geeigneter Annahmen geschätzt und als Wider Economic Benefits zu den Ergebnissen der KNA addiert werden. Die Berechnung basiert dabei auf einer vorangehenden Schätzung der entsprechenden Auswirkungen auf das BIP. Für Details der Berechnung wird an dieser Stelle auf DfT (2005: 50ff) verwiesen. Eine alternative Berechnung mit Hilfe eines SCGE-Modells (Siehe z. B. Hansen und Johansen 2017) wird in Kapitel 6.2 vorgestellt.

### 4.4 Diskussion und internationaler Überblick

Die 63. Ausgabe des Journals "Research in Transportation Economics" aus dem Jahr 2017 versucht den Stand der wissenschaftlichen Diskussion zum Thema Wider Economic Benefits in der Literatur abzustecken. Treffend überschreiben die Editoren (Bråthen und Givoni, 2017) des Special Issue ihren Beitrag mit dem Titel: "The wider impacts from transport: What do we know, what do we still need to know and what does it mean?" Sie bescheinigen dem Forschungsgebiet und ihren Wissenschaftern große Fortschritte. Zumindest in einigen Ländern beobachten sie eine rege Diskussion darüber, ob Wider Economic Benefits in den bestehenden

<sup>&</sup>lt;sup>21</sup> Die VTTS können dabei über den Humankapitalansatz (auf Basis von Einkommen und wirtschaftlichem Output der/des durchschnittlichen Nutzerin/Nutzers der Transportinfrastruktur) oder über die Zahlungsbereitschaft erfolgen (Legaspi et al. 2015).

Bewertungsrahmen eingebunden werden können und wie das gegebenenfalls zu tun wäre. Der folgende Abschnitt geht auf diese beiden Aspekte etwas genauer ein.

Hinsichtlich der Ermittlung der Höhe der einzelnen WEBs wurde bereits in den vorangegangenen Unterkapiteln, basierend auf DfT (2005), eingegangen. Sofern die benötigten Daten und Parameter verfügbar sind, steht einer Berechnung nichts im Wege, da keine komplexen Modelle erstellt werden müssen. Andernfalls müssen mitunter mit größerem Aufwand Daten gesammelt und benötigte Parameter ökonometrisch geschätzt werden. Eine Abbildung der komplexen Wechselwirkungen zwischen Transportinfrastruktur und Wirtschaft über einzelne Parameter, insbesondere Elastizitäten, kritisiert auch Rothengatter (2017: 127). Die komplexen Zusammenhänge sind in der Regel empirisch schwer zu fassen und können sich in ihrem Ausmaß von Fall zu Fall stark unterscheiden. Die Herangehensweise in DfT (2005) hat aber den Vorteil, dass die Ergebnisse problemlos mit den Ergebnissen der konventionellen KNA ergänzt werden können, da sie dieselbe Messgröße (monetarisierte Nutzeneinheit) aufweisen und so definiert sind, dass eine Doppelzählung der Effekte vermieden wird. Somit wird die Darstellung eines Gesamtnutzenwerts unter Berücksichtigung von WEBs möglich.

Neben den in diesem Kapitel vorgestellten Methoden (siehe DfT 2005) der Ermittlung von ökonomischen Effekten im weiteren Sinne (WEB) können auch andere Ansätze verwendet werden. Die Methoden und Modelle zur Messung von volkswirtschaftlichem Nutzen von Verkehrsinfrastrukturprojekten werden in Kapitel 6 vorgestellt. Eine Aggregierung mit den Ergebnissen einer konventionellen KNA ist in diesen Fällen meist nicht uneingeschränkt möglich, da entweder andere Zielgrößen (BIP, Wertschöpfung, Beschäftigung ...) verwendet werden und bzw. oder es aufgrund der fehlenden Abgrenzung zu den konventionellen KNA-Nutzengrößen zu Doppelzählungen von bereits berücksichtigten Effekten kommen kann. An dieser Stelle soll aber auf Kapitel 6 verwiesen werden.

In der praktischen Anwendung können sich je nach zu bewertender Maßnahme stark verschiedene Nutzeneffekte ergeben, was allerdings nicht überraschend ist. So verweist Rothengatter (2017: 127) beispielhaft auf verschiedene Studien aus dem Vereinigten Königreich, welche die WEB mit bis zu über 20 Prozent der Gesamteffekte der konventionellen KNA ausgewiesen haben. Legaspi et al. (2015: 193) ermitteln für das North West Rail Link Projekt in Sydney dagegen nur WEB in Höhe von 8 Prozent der konventionellen KNA-Effekte.

Hinsichtlich der Frage, ob WEB in den Bewertungsrahmen einbezogen werden sollen, gibt es in der wissenschaftlichen Literatur zwei wesentliche Punkte. Einerseits wird argumentiert, dass die relevanten Märkte insbesondere in entwickelten Ländern dem Ideal des vollständigen Wettbewerbs ausreichend nahe kommen (oder in absehbarer Zeit nahekommen werden), sodass über die KNA hinausgehende ökonomische Effekte vernachlässigt werden können.<sup>22</sup> Andererseits wird empfohlen, WEB zumindest bei sehr großen Investitionsprogrammen ergänzend zur KNA in die Projektbewertung mit einzubeziehen (z. B. in die aktuellen Richtlinien von EU und EIB).

22

<sup>&</sup>lt;sup>22</sup> Z. B. Intraplan, PLANCO, TUBS (2014): Grundsätzliche Überprüfung und Weiterentwicklung der Nutzen-Kosten-Analyse im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung, Berlin.

Rothengatter (2017) kommt zwar in seinem Überblickspapier zu dem Schluss, dass die Schätzung von WEBs bzw. WEIs unabhängig von der verwendeten Methode jedenfalls mit Unsicherheiten verbunden ist, alleine schon aufgrund der Tatsache, dass eine weitgehende Standardisierung der Methode, wie sie bei der konventionellen KNA gegeben ist, wegen der Weite des Felds möglicher Wirkungen nicht durchführbar erscheint. Dennoch empfiehlt er, WEB zumindest bei großen Projekten und umfassenden Investitionsprogrammen zu berücksichtigen, da sonst das Risiko besteht, Herausforderungen betreffend die Modernisierung von Transportsystemen bzw. ihre Anpassung an künftige Bedürfnisse zu übersehen (Rothengatter 2017: 132).

Einen aktuellen Überblick darüber, welche Länder in ihren Bewertungsrichtlinien die Bewertung der WEB behandeln, liefert der Beitrag von Wangsness et al. (2017), der die bestehenden Bewertungsrichtlinien aus 23 entwickelten Volkswirtschaften, darunter auch Österreich, analysiert und gegenüberstellt. Abbildung 4 (entnommen aus Wangsness et al. 2017) stellt ein Kernergebnis aus dieser Studie dar. Der Überblick verwendet zwar eine detailliertere Klassifizierung der WEB (in jener Studie als WEI bezeichnet) als in Kapitel 4.3, dennoch wurde die Nummerierung in der vorliegenden Studie so gewählt, dass sie jener in Wangsness et al. (2017) entspricht. Neben den bereits diskutierten WEB bzw. WEI wurden in der Überblicksstudie noch weitere Effekte bei der Klassifizierung berücksichtigt (siehe WEI 4 und WEI 5 sowie deren Untergliederung in Abbildung 4), allerdings sind diese – so die Autoren der Studie – wesentlich weniger durch wissenschaftliche Befunde abgesichert, was sich auch durch die geringere Anzahl an Fällen zeigt, in denen diese WEIs in die nationalen Bewertungsrichtlinien aufgenommen wurden. In Bezug auf Österreich stellen die Autoren fest, dass keine WEIs in den nationalen Bewertungsrichtlinien inkludiert sind.

Abbildung 4: Länderüberblick: Einbezug von WEB/WEI in Bewertungsrichtlinien

			WE	WEI2a: Output	nthnt	- A	1.01.	WETM. Leases		712a. L	0000000		WEL5b:	;; i	WEIJC	WEI3c:	- 8	WID12.1. THE	. S				WEI4ab:	WEI4ab: WEI5a:	× 1	WEI5a:	,	_			WIDTE	WIFTE Learning		
	WEI1:		ii.	imperfectly	<b>&gt;</b>	COL	npetiti	welled: increased competition as a	_	our sup	WELDS: INCRESSED labour supply as a		more or less	to or less		in css	lal 🛠	wellour labour		WE14	WEI4a: Increased	eased		promoting	II .II 23 23	impacts with	with	8	WEI5b: Re-		weller innov impacts in the	in the	II S	
7	Agglon	reration	Agglomeration competitive	petitiv	, p	res	result of better	etter		ult of a	result of a change in	п	productive	ctive		<b>ś</b> ld	E G	market		Foreig	Foreign Direct	ct		international		inefficient land	nt land	ů.	organisation		constru	construction and		,
4	impacts A B	0	$\top$	markets A B	٥	Ta <	transport A B	0		mmutth B	S COS		Jobs A B	٥	A R B		<u>₹</u>	A B	ن	Invest	Investments A B	ي ر	relatic A	relationships	١,	use regulation	atton	<u> </u>	Impacts A B	ر	transpo	transport sector		SUM
Australia		1	Т	NN	т	-	+		l a	Z	Ļ				:			1				,				1		╄						5
Belgium	M		M		H			NM	J						M											H		Н						4
Canada	Z	NN	H	H	H		H										Н								Н	H	H	Н						1
Denmark	Z	NN		NM		Н	$\vdash$	H	M		П						Н	H								Н	$\vdash$	Н						3
Finland	Z	NN					NN	- F		Z	NM																							3
France	M		M				_										_										_	-						2
Greece		N. I	Ŋ.	X	Ž	×		ĺ	Ž	Í		9	Z SZ	9 N	Z	y			¥	9	NG	2	ž	9		N.	Ž				9			0
Ireland	Z	NN		M	_	_	_	NM	Į.		-	NM		NM		X	М	_	NN			NN				_	_	-		NM				6
Iceland	Ú	S N	ON I	No	Ş.	¥	ĺ	Ž	Ž	Í		9	NG N	N.	Ž	NG			¥	NG	NG	Ž	ş	Ų	ĺ	Ž.	Ž	Ž	Ž	Ş	y	9		0
Italy																																Ī		0
lapan																																		0
Luxembourg																																		0
The Netherlands	M		M		$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	M				M		M		$\dashv$	$\perp$							M			$\dashv$						9
New Zealand	M	$\dashv$	M	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	M	$\dashv$				$\dashv$			$\dashv$	$\dashv$							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$		$\exists$			$\neg$	3
Norway																																Ī		0
Portugal		Ž	×	Ž	ľ	į		ĺ	Ĭ	Í		g		Ž	k					2	ž	ž		ý			Ž	H			9	ž		0
Spain	Z	NN	$\dashv$	NM	$\dashv$	$\dashv$	NM	T.	$\dashv$	$\dashv$				$\dashv$	$\Box$		$\dashv$	$\dashv$							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$		$\exists$			$\exists$	3
UK	M		_	M	$\dashv$	_	$\dashv$	NM	'n	M			M	_			$\dashv$	_							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$					$\exists$	5
Switzerland	M		$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	-	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$				$\dashv$			$\dashv$	$\dashv$							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$		T		Z	NN	2
Sweden	Z	NN	_	NM	_	$\dashv$	NN	ų	$\dashv$	Z	NM		NN	M	$\Box$		$\dashv$	_							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$						5
Germany					-			_							M		$\dashv$	_					М			$\dashv$		$\dashv$					$\neg$	2
USA	M	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$				$\dashv$			$\dashv$	_							$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$	$\dashv$					$\exists$	_
Austria																																		0
SUM	5	6	0	4	9	0	0	3	4	ю	4	1	-	3	1 3	0	1	0	1	0	0	-	1	0	0	-	0	0	0	1	0	0	1	22

guideline, but with no method recommendations. Grey = WEI are not included in country guidelines, Black = There are no country guidelines.

Quelle: Übernommen aus Wangsness et al. 2017.

Table 2. Overview of country guidelines for including WEIs in transport appraisal.

## 5 Bruttoinlandsprodukt vs. Wohlfahrt

Der traditionelle Ansatz der KNA entstammt der wohlfahrtsökonomischen Lehre, in der das primäre Ziel die Maximierung des Nettonutzens bzw. der Konsumentenrente ist, so Vickerman (2017). In jüngerer Zeit hat sich seiner Einschätzung nach aber der Fokus der politischen EntscheidungsträgerInnen bezüglich des Maßstabs geändert. So steht weniger das Wohlfahrtsmaß im Fokus, sondern vielmehr das BIP- und Beschäftigungswachstum; also jene Kenngrößen, die PolitikerInnen bevorzugen, da sie im Dialog mit der Bevölkerung die hohen Kosten für Infrastrukturausbauten rechtfertigen müssen.

Somit stehen zwei Maße – Bruttoinlandsprodukt (BIP) und Wohlfahrt – zur Verfügung, mit denen sich der Mehrwert einer Infrastrukturmaßnahme für die Gesellschaft bemessen lässt. Bevor aber die Unterschiede und Gemeinsamkeiten einzelner Aspekte eines Infrastrukturausbaus auf ihre BIP-Relevanz bzw. wohlfahrtssteigernden Effekte hin untersucht werden, werden die beiden Begriffe BIP und Wohlfahrt näher diskutiert.

Die Verwendung der BIP-Kennzahl als Wohlstandsmaß ist zwar weit verbreitet, allerdings liegt dies nicht an der inhaltlichen Kongruenz dieser beiden Begriffe. Ein Grund für die nicht trennscharfe Verwendung – zumindest im alltäglichen Sprachgebrauch – dürfte darin bestehen, dass die Wohlfahrt, anders als das BIP, nicht direkt gemessen wird und daher das BIP als eine Art Ersatzmaß für die Wohlfahrt einer Volkswirtschaft verwendet wird. So gibt es in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) keine eigene Größe, die die Wohlfahrt definiert (Jorgenson 2018). Somit kann weder die absolute Höhe der Wohlfahrt noch die Entwicklung über die Zeit berechnet und in statistischen Jahrbüchern veröffentlicht werden. Das BIP hingegen ist in der VGR klar definiert. Es misst den Grad der ökonomischen Aktivität, also der Produktion;<sup>23</sup> es ignoriert somit definitorisch eine ganze Reihe wohlfahrtsrelevanter Ereignisse. Laut Fleurbaey (2009) sind diese zum Beispiel eine Veränderung der Vermögenswerte, nicht-marktbasierte Dienstleistungen der Haushalte oder etwa Umweltschäden. Aber auch die Qualität sozialer Beziehungen, die wirtschaftliche und persönliche Sicherheit, Gesundheit oder Langlebigkeit wirken sich auf das allgemeine Wohlbefinden aus, und sollten unter dem Begriff der Wohlfahrt subsummiert werden. Der Unterschied zwischen Produktion und Wohlfahrt wird noch klarer, wenn man sich vor Augen führt, dass wohlfahrtszerstörerische Ereignisse wie Katastrophen, Kriminalität, Umweltverschmutzung, Epidemien oder Krieg bzw. deren Folgen BIP-wirksam sind, da sie Ausgaben für Gefahrenabwehr, Reparatur oder Neuerrichtung auslösen.

Vor diesem Hintergrund soll zunächst auf die Messung des BIP eingegangen werden sowie eine Auswahl an Wohlfahrtskonzepten vorgestellt werden. Im Anschluss daran wird untersucht, in wie weit sich Nutzeneffekte, die im Rahmen einer KNA bemessen werden, ebenfalls im BIP widerspiegeln. Hierfür wird auf zwei Arbeiten aus dem Transportbereich zurückgegriffen.

 $<sup>^{23}</sup>$  Kapitel 5.1 stellt kurz die drei möglichen Ansätze zur Berechnung des BIP in der VGR dar.

#### 5.1 Das Bruttoinlandsprodukt (BIP)

Das BIP-Wachstum gehört neben der Inflation und der Arbeitslosenquote zu den drei ökonomischen Kerngrößen, die vierteljährlich bzw. monatlich publiziert werden und eine vergleichsweise hohe mediale Berichterstattung erfahren. Die Höhe bzw. die Entwicklung dieser drei Hauptmerkmale einer jeden Volkswirtschaft dienen der Bevölkerung als erste Informationsgrundlage, um einschätzen zu können, wie "gut" oder "schlecht" es der heimischen Volkswirtschaft geht.

Die Berechnungsmethoden des Bruttoinlandsprodukts, wie sie heute geläufig sind, gehen auf die 1930er Jahre in den USA und den Ökonomen und Statistiker Simon Kuznet zurück. Die heutigen Regelungen zur Berechnung des BIP werden im Europäischen System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung 2010<sup>24</sup> (ESA 2010) festgehalten. In den USA werden ähnliche Regelungen herangezogen (National Accounting System - NAS).

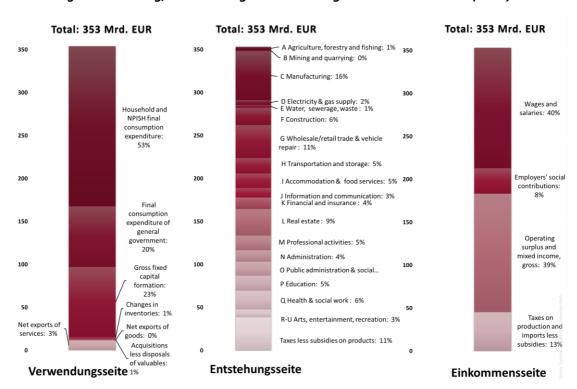


Abbildung 5: Entstehung, Verwendung und Verteilung des BIP in Österreich (2016)

Quelle: eigene Darstellung (IHS).

Das BIP kann immer auf drei verschiedene Arten aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) hergeleitet werden:

- 1. Verwendungsseite: Summe aus privatem Konsum, öffentlichem Konsum, Investitionen und Nettoexporten (Exporte abzüglich Importe)
- 2. Entstehungsseite: Bruttoproduktionswert aller Sektoren zuzüglich Gütersteuern und abzüglich aller Vorleistungen und Gütersubventionen,

<sup>&</sup>lt;sup>24</sup> https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/esa-2010/overview

3. **Verteilungsseite**: als Summe aus Bruttobetriebsüberschüssen (Gewinne, Einkommen aus Selbständigkeit und Vermögenseinkünfte), Arbeitnehmerentgelten, Produktions- und Importabgaben und Abschreibungen abzüglich Subventionen und Primäreinkommenssaldo mit der übrigen Welt.

Die drei Berechnungswege kommen dabei immer zum gleichen Ergebnis, auch wenn es in der Realität zu statistischen Abweichungen kommt. Abbildung 5 stellt dies grafisch dar.

### 5.2 Quantifizierbare Wohlfahrtsmaße

Die eingeschränkte Verwendbarkeit des BIP als Wohlfahrtsmaß führte in den 1970er Jahren zu Versuchen, die BIP-Kennzahl in einer Art und Weise zu "korrigieren", dass sie dem Wohlfahrtskonzept der ökonomischen Theorie besser entspricht. So versuchten Nordhaus und Tobin (1973) ein umfassendes Maß (MEW - measure of economic welfare) zur Erfassung eines erweiterten bzw. korrigierten realen Konsums aller Haushalte zu erstellen. Der MEW berechnet sich dabei aus der Summe von Wert des BIP, Wert der Freizeit und Wert der unbezahlten Arbeit abzüglich des Werts für Umweltschäden. Der Index of Sustainable Economic Welfare (ISEW) hingegen berücksichtigt nicht das gesamte BIP, sondern nur die privaten und öffentlichen Ausgaben (ohne Verteidigungsausgaben) sowie den Wert der unbezahlten Arbeit abzüglich des Werts für Umweltschäden und privater Sicherheitsausgaben. Allerdings ist den Autoren der vorliegenden Studie keine standardisierte, regelmäßige Berechnung und Veröffentlichung des MEW oder des ISEW für ein Land oder mehrere bekannt. Ein weiterer Index, der eine Art Wohlfahrt misst, ist der Better Life Index der OECD, 25 der für alle OECD-Länder ab dem Jahr 2013 verfügbar ist. Er bemisst sich aus dem ungewichteten Durchschnitt über 11 Kategorien wie etwa Wohnverhältnisse und Einkommen, aber auch Gemeinsinn, Lebenszufriedenheit und Work-Life-Balance. Wie Oulton (2018) aber anmerkt, dürfte im Regelfall eine hohe Korrelation (siehe Abbildung 6) zwischen dem BIP pro Kopf und anderen Wohlfahrtsindikatoren wie etwa Kindersterblichkeit, Lebenserwartung oder Ungleichheit vorherrschen, was die Kritik am BIP als Wohlstandsmaßstab etwas relativiert.

<sup>&</sup>lt;sup>25</sup> http://www.oecdbetterlifeindex.org/de/

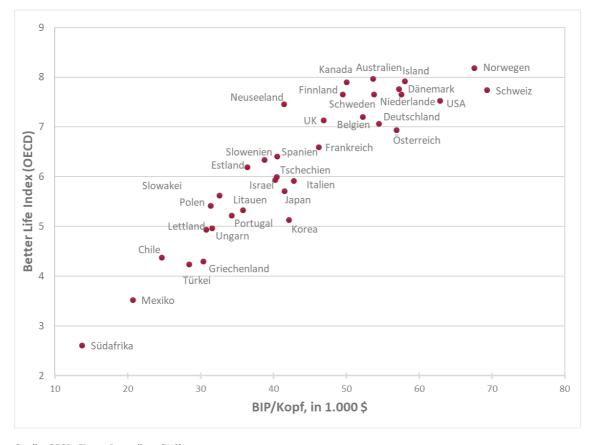


Abbildung 6: BIP pro Kopf (PPP) und Better Life Index (OECD)

Quelle: OECD. Eigene Darstellung (IHS).

### 5.3 Wider Economic Benefits und BIP

Warum sollten die Effekte von Infrastrukturinvestitionen auf das BIP berechnet werden, wenn mit dem Nutzenkonzept der KNA bereits ein gut funktionierender Bewertungsrahmen gefunden wurde, der die Entscheidungsfindung seitens der Politik erleichtert? Der Roundtable Report des Internationalen Transport Forums (OECD 2017) befindet hierzu, dass es ein Missverhältnis zwischen den Informationen gibt, die eine konventionelle KNA generiert (nämlich Auswirkungen auf das nationale Wohlergehen und Ressourcengewinn) und den Informationen, die von den PolitikerInnen oder sonstigen EntscheidungsträgerInnen am meisten nachgefragt werden (z. B. Auswirkungen auf Arbeitsplätze und regionales Wachstum). Wesentlicher Grund hierfür ist, dass (Regional-)PolitikerInnen ihrer Bevölkerung nahebringen und erklären müssen, worin der Mehrwert von teuren (und zum Teil für die AnrainerInnen mit Lärm und Abgasen verbundenen) Infrastrukturinvestitionen liegt. Hierzu müssen möglichst konkrete Zahlen und Fakten über das Projekt gewählt werden. Zusätzliches BIP-Wachstum sowie zusätzliche Arbeitsplätze werden von einem überwiegenden Teil der Bevölkerung als verständlicher wahrgenommen als Wohlfahrtsgewinne oder Nutzeneffekte.

Die Zusammenhänge zwischen Wohlfahrt und Bruttoinlandsprodukt im transportwissenschaftlichen Rahmen wurden auch ausführlich in DfT (2005) diskutiert. Darin wird hervorgehoben, dass der zusätzliche BIP-Impuls, der von einer Infrastrukturmaßnahme ausgeht, von besonderem Interesse für eine Regierung ist, obwohl es nach wie vor oberstes Ziel einer KNA ist, alle Auswirkungen zu erfassen und Doppelzählungen zu vermeiden. Das folgende Venn-Diagramm zeigt, dass BIP-Effekte nicht grundsätzlich zu Wohlfahrtseffekten hinzugezählt werden können, sowie dass BIP-Effekte nicht den Wohlfahrtseffekten entsprechen müssen.

Welfare **GDP** Business time and reliability savings Leisure and Agglomeration commuting Labour market time savings effects (except Exchequer impacts\* those captured arising from improved Environmental in Exchequer labour supply (from impacts consequences) commuting time savings) Safety Competition effects

Abbildung 7: Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Metriken BIP und Wohlfahrt

Ouelle: DfT 2005: 17.

DfT (2005) beschreibt die Unterschiede folgendermaßen: Einige Auswirkungen des Verkehrs beeinflussen das Wohlergehen der Menschen, haben aber keinen großen Einfluss auf das BIP. Ein naheliegendes Beispiel ist die Zeitersparnis bei Freizeitreisen. Die Auswirkungen auf das gesamte BIP mögen nicht existent oder vernachlässigbar sein, aber die Menschen, die schneller und/oder zuverlässiger am Ziel ankommen, werden diese Veränderung gutheißen, und so sind die Zeiteinsparungen ein Wohlfahrtsgewinn. Ebenso wird die Verringerung der lokalen Luftverschmutzung in erster Linie eine Wohlfahrtsverbesserung sein, die keine oder nur geringe Auswirkungen auf das BIP hat. Einige Wirkungen verbesserter Infrastruktur – wie z. B. die Zeitersparnis für Unternehmen – generieren Wohlfahrtseffekte und sind BIP-wirksam. In manchen Fällen kann eine Zeitersparnis einen größeren Einfluss auf das BIP haben als auf den Wohlstand. Ein Beispiel hierfür wäre, dass eine Zeitersparnis das Gleichgewicht zwischen zwei Arbeitsplätzen mit unterschiedlicher Produktivität verschiebt und so dazu führt, dass eine Person einen weiter entfernten, aber besser bezahlten Arbeitsplatz annimmt, der allerdings mit mehr Mühen aufgrund längerer Anfahrtszeiten verbunden ist. Der BIP-Zuwachs wäre in diesem Fall höher als der Wohlfahrtszuwachs.

<sup>\*</sup> It is important to be clear about these impacts. They are about improving the valuation of commuting time savings, not including Exchequer impacts per se. See paragraph 10(iv).

In DfT (2005) wird anhand eines konkreten Projekts (Crossrail) eine sehr anschauliche Differenzierung der einzelnen Effekte in Wohlfahrts- und BIP-Wirksamkeit vorgenommen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über Auswirkungen auf Wohlfahrt und BIP (Crossrail-Beispiel)

Lfn.	Effekte	Wohlfahrt	ВІР
	Konventioneller KNA-Bewertungsrahmen		
	Verkürzung der Reisezeiten für:		
1.)	– Berufsfahrten	4.847	4.847
2.)	– Pendelfahrten	4.152	
3.)	– Freizeitfahrten	3.833	
	Gesamtnutzen für VerkehrsnutzerInnen gemäß konventioneller KNA	12.832	
	Wider Economic Benefits		
4.)	WEB 1: Agglomerationseffekte	3.094	3.094
5.)	WEB 2a: Nutzeneffekte in Märkten mit unvollkommenem Wettbewerb	485	485
6.)	WEB 2b: Nutzeneffekte durch eine Intensivierung des Wettbewerbs	-	-
	WEB 3: Effekte durch ein besseres Arbeitskräfteangebot:		
7.)	<ul> <li>Erhöhung der Erwerbsbeteiligung</li> </ul>		872
8.)	– Beschäftigte, die länger arbeiten		-
9.)	<ul> <li>Wechsel zu produktiveren Arbeitsplätzen</li> </ul>		10.772
10.)	Summe WEB 3: Steuermehreinnahmen wg. Beschäftigungszuwachs	3.580	
	Gesamtnutzen gemäß Wider Economic Benefits	7.159	
	Insgesamt (ohne Finanzierung, soziale u. ökologische Kosten/Nutzen)	19.991	20.069

Quelle: Übersetzt und angepasst aus DfT 2005.

Anmerkung: Die dargestellten Nutzen- und BIP-Werte stellen die Barwerte (über 60 Jahre) der Effekte dar. In diesem Kontext sind BIP-Werte in realen Werten, also inflationsbereinigt, zu verstehen.

Nachfolgend soll für jede Wirkungsposition kurz erklärt werden, welcher Kenngröße sie in welchem Ausmaß zugeordnet wird.

### 1.) Reisezeitverkürzungen für Berufsfahrten:

Schnellere und zuverlässigere Fahrten im Laufe der Arbeit stellen einen Produktivitätsgewinn dar. Das zusätzliche BIP entspricht der Nutzensteigerung aufgrund Reisezeitersparnis, wie sie in einer KNA berechnet wird.

### 2.) Reisezeitverkürzungen für Pendelfahrten:

Reisezeitverkürzungen für PendlerInnen erhöhen die Wohlfahrt. BIP-wirksam sind sie laut obiger Tabelle 1 nicht, wobei diese Auffassung von DfT (2005) angreifbar ist. Führen schnellere Pendelverbindungen zu einer Erhöhung des Arbeitsangebots, wären die Effekte teilweise BIP-wirksam.

### 3.) Reisezeitverkürzungen für Freizeitfahrten:

Reisezeitverkürzungen für Freizeitreisende erhöhen die Wohlfahrt, haben aber keine Auswirkung auf das BIP.

### 4.) Agglomerationseffekt (WEB 1):

Agglomerationseffekte steigern die Produktivität und wirken daher gleichermaßen positiv auf BIP und Wohlfahrt. Siehe hierzu auch die Beschreibung in Kapitel 4.2.

### 5.) Unvollständiger Wettbewerb (WEB 2a):

Auf sinkende Transportkosten reagieren Unternehmen mit sinkenden Preisen und einer Ausweitung der Produktionsmenge. Diese Effizienzgewinne werden bereits durch die konventionelle KNA abgedeckt. Wenn in den Märkten aber unvollkommene (beispielsweise monopolistische) Konkurrenz herrscht, was in den meisten Märkten der Fall sein dürfte, treten neben diesen direkten Effizienzgewinnen noch weitere Effekte auf (siehe Abbildung 3 in Kapitel 4.3.2), da Unternehmen in solchen Märkten einen Preis oberhalb der Grenzkosten setzen. Laut DfT (2005) sind diese Effekte vollständig BIP-wirksam.

### 6.) Verstärkter Wettbewerb (WEB 2b):

Der Nutzengewinn in dieser Kategorie ergibt sich daraus, dass niedrigere Transportkosten Monopole, die etwa in Teilregionen des Gesamtnetzes herrschen, aufbrechen können, da sie nun besser an den Gesamtmarkt angeschlossen sind und deshalb neue Anbieter in den bisher durch hohe Transportkosten abgeschotteten Markt eintreten. (Reale) BIP-Effekte ergeben sich, da die Preise nach Markteintritt eines oder mehrerer Mitbewerber(s) tendenziell fallen sollten. In DfT (2005) wird dieser Effekt in bereits hochintegrierten Märkten entwickelter Länder als gering eingeschätzt.

### 7.) Erhöhung der Erwerbsbeteiligung (Teil von WEB 3):

Dieser Effekt wird unter WEB 3 subsumiert und ist somit wohlfahrtsrelevant, hat aber auch Auswirkungen auf die Höhe des BIP.

### 8.) Beschäftigte arbeiten länger (Teil von WEB 3):

Manche Beschäftigte arbeiten zum Teil länger, da sie Zeit für das Pendeln gegen Arbeitszeit substituieren. Allerdings wird in DfT (2005) auch erwähnt, dass diese Effekte äußerst gering sind, da es Anzeichen dafür gibt, dass Zeitersparnisse für das Pendeln eher dazu führen, dass weitere Wege in Kauf genommen werden und somit auch BIP-wirksam werden können. Da die wissenschaftliche Evidenz diesbezüglich nicht eindeutig ist, empfehlen die AutorInnen hier, keinen BIP-wirksamen Effekt anzusetzen. Methodisch wird dieser Effekt ebenfalls den WEB 3 zugeordnet.

### 9.) Wechsel zu produktiveren Arbeitsplätzen (Teil von WEB 3):

Durch eine Ausweitung der Anfahrtswege kann der *Mismatch* zwischen dem *Skill Set* des Arbeitnehmers oder der Arbeitnehmerin und den für den Job notwendigen Fähigkeiten verringert werden. Durch die Reallokation von Humankapital von Unternehmen mit geringer Produktivität zu Unternehmen mit höherer steigt die Produktivität. (Dies ist zu unterscheiden von dem Agglomerationseffekt, welcher in Abhängigkeit des verwendeten Modells die Produktivität aller ArbeitnehmerInnen oder aller Produktionsfaktoren der betroffenen Unternehmen erhöht).

### 10.) Auswirkungen des gestiegenen BIP auf den Staatshaushalt:

Sowohl die Veränderung der Nettoeinkommen als auch die Änderung von Fahrzeit und -kosten sind in der KNA bereits als Nutzen berücksichtigt und dürfen nicht nochmals angesetzt werden (siehe Kapitel 4.3.3). In dem Fall, dass der Infrastrukturausbau zu einer höheren Produktion führt, steigen aber auch die Steuereinnahmen, welche im erweiterten Bewertungsrahmen als die Summe der drei arbeitsmarktrelevanten Effekte (WEB 3) berücksichtigt werden.

Eine weitere Gegenüberstellung von BIP und Wohlfahrtseffekten bieten Legaspi et al. (2015), dargestellt in Abbildung 8. Während die Berechnung der Wohlfahrts- und BIP-Effekte in Tabelle 1 noch den Anschein erweckt, dass die beiden Größen ähnlichen Ausmaßes sein müssen, zeigt Abbildung 8, dass dies nicht der Fall sein muss, sondern eher dem Zufall geschuldet ist. In der Berechnung von Legaspi et al. (2015) sind z. B. die Wohlfahrtseffekte (\$ 6.400 + \$ 506,7) etwa viermal so groß wie die BIP-Effekte (\$ 1.558,2).

Abbildung 8: Wider Economic Impacts des "North West Rail Link"-Projekts in Sydney

Summary of wider economic benefits.

Item	Welfare benefits (NPV \$M)	GDP impacts (NPV \$M)
Project costs	\$7,100	
Conventional economic benefits		
Value of business travel time savings	\$805	
Other conventional economic benefits	\$5,595	
Total Conventional Economic Benefits	\$6400	
Wider economic benefits (WEBs)		
Agglomeration economies	WB1: \$321.2	GI1: \$321.2
	(63.4%)	
Increased output in imperfectly	WB2: \$80.5	GI2: \$805.0
competitive markets	(15.9%)	
Benefits arising from improved	WB3: \$105.0	
labour supply	(20.7%)	
More people choose to work		GI3: \$80.0
Some people choose to work longer hours		GI4: \$0
Move to higher productive jobs		GI5: \$271.5
Total wider economic benefits	\$506.7	\$1558.2
Benefit Cost Ratio (Excluding WEBs)	0.90	
Benefit Cost Ratio (Including WEBs)	0.97	

Quelle: Entnommen aus Legaspi et al. (2015).

Aus den Kapiteln 4 und 5 lassen sich folgende Kernaussaggen festhalten:

- Neben den Effekten, die im Rahmen einer konventionellen KNA bewertet werden, gibt es weitere ökonomische Effekte, die sogenannten *Wider Economic Benefits*, die ebenfalls in monetarisierten Nutzeneinheiten (in Euro) gemessen werden.
- Manche dieser WEB stellen nicht nur Wohlfahrtseffekte, sondern auch BIP-wirksame Effekte dar.
- Darüber hinaus gibt es Effekte, die ausschließlich BIP-wirksam sind (Lohnzuwächse werden durch längere Pendeldistanzen aufgewogen), oder auch ausschließlich wohlfahrtsrelevant (Reisezeitverkürzungen für Freizeitreisende).
- Die Summe der einzelnen Wohlfahrtseffekte muss nicht der Summe der BIP-Effekte entsprechen.

Vor diesem Hintergrund stellt das nächste Kapitel verschiedene Methoden und Modelle zur quantitativen Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen vor, die aber nicht zwangsläufig alle Effekte – sei es in Nutzeneinheiten bzw. BIP-Einheiten gemessen – abbilden, da sie unterschiedliche Schwerpunkte setzen.

## 6 Modelle zur quantitativen Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen

Der um die *Wider Economic Benefits* erweiterte Bewertungsrahmen der KNA bildet einen guten Ausgangspunkt, um die Bandbreite möglicher Effekte aufzuzeigen. In Anlehnung an die von Rothengatter (2017) vorgestellte Einteilung von Modelltypen wird in diesem Kapitel ein Überblick über zur Verfügung stehende Modelle geboten und einzelne Modelle genauer beschrieben. Dabei stehen – wie in der gesamten vorliegenden Studie auch – die Bewertung der Investitions-, Instandhaltungs- oder Betriebskosten der Infrastrukturmaßnahme sowie die Bewertung von Umweltwirkungen, Verkehrssicherheit und anderen externen Kosten nicht im Vordergrund und werden daher nicht näher beleuchtet.

### 6.1 Bewertung einzelner Wohlfahrtseffekte

Aus Gründen der Vollständigkeit werden an dieser Stelle noch einmal die KNA und die WEB genannt.

Innerhalb dieses Bewertungsansatzes werden einzelne nutzenstiftende Effekte identifiziert und bewertet. Die Summe dieser wird dann den Kosten der Maßnahme gegenübergestellt. Dieser Bewertungsansatz wurde bereits im Kapitel 3 beschrieben. Für die Berechnungsmethoden der einzelnen Effekte sei z. B. auf die Guidelines und Handbücher der EC (2015) oder EIB (2013) verwiesen. Mit Blick auf die WEI bietet Kapitel 4 bereits erste Berechnungsansätze. In DfT (2005) sowie auf der DfT-Website für *Transport analysis guidance*<sup>26</sup> oder auch bei Legaspi et al. (2015) finden sich weitere Informationen zu den Berechnungsansätzen.

# 6.2 Räumliche berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle (SCGE und CGE)

Eine zentrale Einschränkung des konventionellen Bewertungsrahmens von Infrastrukturprojekten über KNA besteht darin, dass dabei lediglich eine partielle Marktanalyse vorgenommen wird. Die Kosten- und Nutzenkomponenten beschränken sich in der konventionellen KNA auf den Verkehrssektor (Bereitsteller und Nutzer von Verkehrsleistungen), während Preise in anderen Sektoren als konstant angenommen werden. Die in Kapitel 4 beschriebenen WEB versuchen, diese Grenzen zu überwinden.

Eine Möglichkeit, die einzelnen Wirkungskanäle der WEB zu modellieren, sind sogenannte räumliche berechenbare allgemeine Gleichgewichtsmodelle (*Spatial computational general equilibrium models*, SCGE). Diese Modelle sind stark in der neoklassischen mikroökonomischen Theorie verankert und setzen daher zumeist rationales Verhalten der wirtschaftlichen Akteure und Gewinnmaximierung voraus. In einer Vielzahl an Gleichungen wird auf Basis von theoretischen

<sup>&</sup>lt;sup>26</sup> https://www.gov.uk/guidance/transport-analysis-guidance-webtag#software-tools

Modellen das Verhalten von Haushalten, Unternehmen, dem Staat und gelegentlich auch von Banken beschrieben. Jedem wirtschaftlichen Akteure wird ein Verhalten unterstellt, demzufolge eine bestimmte Zielgröße maximiert werden soll: die Haushalte maximieren ihren Nutzen, die Unternehmen ihren Gewinn, und der Staat versucht, ein ausgeglichenes Budget zu erzielen. Daraus ergeben sich Lösungen für ein allgemeines Gleichgewicht über alle Märkte, Regionen und Sektoren. Diese Lösungen werden dann mittels empirischer Daten und Verhaltensparameter (beispielsweise Einfluss von Transportkosten auf Außenhandel) aus ökonometrischen Studien auf einen bestimmten Zeitraum kalibriert.

Diese kalibrierte Lösung des Gleichgewichtssystems kann verwendet werden, um ein Basisszenario beispielsweise über die Entwicklung der regionalen Wirtschaftsleistung zu erstellen. Mit diesem Basisszenario können dann Infrastrukturausbauszenarien verglichen werden. Dabei werden die sich durch das konkrete Projekt ergebenden Änderungen ins Modell übernommen und eine neue Lösung wird simuliert. Da in diesen Modellen meist perfekte Information und Voraussicht unterstellt wird, sind alle wirtschaftlichen Akteure über die Änderungen informiert und passen ihr Verhalten entsprechend an, bis ein neues Gleichgewicht gefunden ist. So wirken sich etwa geringere generalisierte Transportkosten über Agglomerations-, Arbeitsmarkt-, und Wettbewerbseffekte auf Wohlfahrt und BIP aus. Über die physischer Verkehrsinfrastruktur inhärenten Netzwerkeffekte kommt es dann zu räumlichen Ausbreitungsmustern der Effekte, die über die Kernregionen des Projekts hinausgehen. Der räumliche und sektorale Detailgrad hängt in der Praxis von der Datenverfügbarkeit und der bereits bestehenden Komplexität des Modells ab.

Ein Beispiel für ein regionales allgemeines Gleichgewichtsmodell zur Evaluierung von Infrastrukturprojekten ist Bröcker, Korzhenevych und Schürmann (2010). Das Modell umfasst 260 Europäische Regionen und eine Region, welche den Rest der Welt abbildet. Modelliert werden repräsentative Haushalte sowie Unternehmen, wobei zwischen ProduzentInnen von lokal nachgefragten Produkten und ProduzentInnen von handelbaren Produkten unterschieden wird. Regionen interagieren über Handel in Abhängigkeit der Transportkosten, die von der Qualität der Infrastruktur abhängen. Neue Infrastrukturverbindungen verändern Handelskosten, Handelsströme, Produktion, Güter- und Faktorpreise (Arbeit, Kapital) und schlagen sich letztendlich auf die Wohlfahrt der Haushalte in den Regionen durch. Wohlfahrt wird hierbei über die äquivalente Variation gemessen, also jener Anstieg an Konsumausgaben, welcher benötigt wird, um den Nutzen der Haushalte im Projektszenario unter den Preisen des Basisszenarios zu erreichen.

Dieses Modell wird für eine Evaluierung der 29 Korridore innerhalb des *Trans-European Trans-port Networks* (TEN-T) verwendet. Als Kriterien für die Bewertung herangezogen werden (1) das Verhältnis der jährlichen Wohlfahrtseffekte zu den jährlichen Investitionskosten (die Autoren bezeichnen >5 Prozent als profitabel), (2) das Ausmaß der Spillovereffekte (Prozent der Wohlfahrtseffekte, welche Regionen betreffen, die nicht in Ländern, welche an den Investitionskosten beteiligt sind, liegen), (3) die unter (1) angeführte Rendite aufgeteilt nach den investierenden Ländern und Ländern, welche über Spillover profitieren, und (4) Korrelation zwischen dem BIP pro Kopf und den Wohlfahrtseffekten (Kohäsionsrelevanz). Von den 29 Projekten

weisen fünf eine hohe Rentabilität und hohe Spillover (darunter auch die von Österreich mitfinanzierten Korridore Paris-Straßburg-Stuttgart-Wien-Bratislava und Gdanks-Brno/Bratislava-Wien), sieben eine hohe Rentabilität, aber niedrige Spillover (darunter Athen-Sofia-Budapest-Wien-Prag-Nürnberg-Dresden), zwei eine niedrige Rentabilität, aber hohe Spillover und acht sowohl eine niedrige Rentabilität als auch niedrige Spillover (darunter Berlin-Verona-Bologna-Neapel-Messina-Palermo) auf. Allerdings werden nur die Transportgüter durch das SCGE-Modell abgebildet, die Effekte der Korridore für die Pendelströme und sonstige Reisenden wird allerdings wieder über KNA-ähnliche Methoden abgeschätzt und zu jenen der Transportgüter hinzuaddiert.

Als zweites Beispiel soll das Modell in Hansen und Johansen (2017), welches für Norwegen entwickelt wurde, dargestellt werden. Die Autoren kalibrieren das Modell für das Jahr 2012 mit 25 Wirtschaftszweigen, 90 regionalen Zonen sowie sieben ausländischen Regionen. Güter- und Personenverkehrsflüsse werden routengenau über das norwegische nationale Transportmodell abgebildet. Es wird zwischen traditionellen Sektoren (primärer und öffentlicher Sektor) und modernen Sektoren (produzierendes Gewerbe und private Dienstleistungen) unterschieden, wobei für Erstere vollkommene Konkurrenz und für Zweitere monopolistische Konkurrenz und daher Skaleneffekte und Preisgestaltungsfähigkeit unterstellt wird. Dabei werden auch Agglomerationseffekte über die Anzahl an Pendelfahrten berücksichtigt, welche positiv auf die totale Faktorproduktivität der Unternehmen wirken. Innerhalb der Haushalte werden ebenfalls die Kosten für Pendel- und Freizeitverkehr innerhalb der Budgetrestriktion für die Nutzenmaximierung berücksichtigt. Der Handel zwischen den Zonen unterliegt Kosten, welche über ein nationales Transportmodell bereitgestellt werden. Die Pendelströme werden ebenfalls durch das Transportmodell ermittelt und mittels eines Gravitationsansatzes und anschließender Kalibrierung räumlich verteilt. Geringere generalisierte Pendelkosten können zu einer Ausweitung der Beschäftigung bzw. produktiveren Beschäftigungsverhältnissen führen. Migrationsbewegungen zwischen den Zonen werden über Unterschiede in den realen Lohnniveaus modelliert.

Durch die umfassend modellierten regionalen Interaktionen ergeben sich im Modell die aus der neuen ökonomischen Geografie (siehe Fujita, Krugman und Venables 2001) bekannten (a) zentripetalen und (b) zentrifugalen Wirkungskanäle: (a) Unternehmen mit Marktmacht tendieren dazu, sich in Zonen mit kleineren konkurrierenden Märkten niederzulassen, was zu einer reduzierten Produktvielfalt und zu höheren Preisaufschlägen führt; und (b) positive Agglomerationseffekte, Präferenz für Produktvielfalt und Transportkosten setzen hingegen positive Anreize für Haushalte und Unternehmen, sich in Zonen mit größeren Märkten niederzulassen. Die relative Ausprägung dieser zwei Kräfte hängt von den Transport- und Staukosten, welche beide im Modell berücksichtigt werden, ab.

Evaluiert wurden in Hansen und Johansen (2017) insgesamt 14 Investitionsalternativen von neun Infrastrukturprojekten der Straße, Schiene, Schiff- und Luftfahrt. Dabei werden die direkten Projekteffekte ermittelt, indem das Basisszenario mit einem Projektszenario unter vollkommener Konkurrenz aller Sektoren und ohne Agglomerationseffekte verglichen wird. Die WEB

ergeben sich durch einen Vergleich des Basisszenarios mit einem Projektszenario mit monopolistischer Konkurrenz in den handelbaren Sektoren und Agglomerationseffekten. Ausgegeben werden dabei die direkten Effekte in Millionen Kronen (Barwert 2016, abgezinst über 40 Jahre) und die WEB in Prozent der direkten Effekte, jeweils getrennt nach Passagier- und Frachtverkehr. Dabei zeigt sich, dass Projekte, welche überwiegend Freizeitreisen betreffen, geringere WEB und im Umkehrschluss daher auch Projekte, welche stärker Verhaltensänderungen bei BerufspendlerInnen induzieren, höhere WEB aufweisen. Zudem werden stärkere WEB auftreten, wenn ein Projekt: 1) lokale Arbeitsmärkte regional integriert, 2) urbane Zentren verbindet und/oder 3) Regionen mit starken Lohnniveauunterschieden verbindet. Die WEB des Modells von Hansen und Johansen (2017) sind zudem im Güterverkehr deutlich geringer als im Passagierverkehr.

Die größten **Vorteile** von allgemeinen Gleichgewichtsmodellen sind die starke mikroökonomische Fundierung und die Möglichkeit (in Abhängigkeit von der Modellkomplexität) einer rigorosen Darstellung diverser Wirkungsmechanismen. Im Fall von Infrastrukturprojekten bedeutet das, dass Wirkungskanäle durch unvollkommene Produktmärkte, unvollkommene Arbeitsmärkte und Agglomerationseffekte berücksichtigt und auch ökonomisch argumentativ begründet werden können. Auch die Messung der Wohlfahrtseffekte in diesen Modellen orientiert sich stark an der mikroökonomischen Literatur, wobei hier meist auf das Konzept der Hicks'schen äquivalenten Variation (Hicks 1939) für die Monetarisierung des Effekts (in Form eines entsprechenden realen Einkommenseffekts) zurückgegriffen wird.

Die starke mikroökonomische Fundierung ist auch einer der **Nachteile** dieser Modelle, da zum Teil Annahmen getroffen werden (wie rationales Verhalten), die nur eingeschränkt durch empirische Belege untermauert werden. Die starke Abhängigkeit von Annahmen und die zum Teil hohe Komplexität dieser Modelle führen dazu, dass hinsichtlich der Ausgestaltung im Detail und der konkreten Parametrisierung auch für diesen Modelltyp ein Ermessensspielraum für den Anwender besteht. Zuletzt eignen sich allgemeine Gleichgewichtsmodelle nicht, um ex post Effekte von Maßnahmen zu quantifizieren, sondern nehmen im Regelfall ex ante Prognosen/Evaluierungen über geplante Maßnahmen vor.

# 6.3 Makroökonomische Gleichgewichtsmodelle (GEM)

Makroökonomische Gleichgewichtsmodelle sind den im Abschnitt 6.2 dargestellten regionalen allgemeinen Gleichgewichtsmodellen sehr ähnlich. Im Gegensatz zu dem SCGE-Typ modellieren sie aber nicht die Transportflüsse endogen aus dem Modell heraus, sondern fokussieren sich primär auf die Modellierung ganzer Volkswirtschaften, die erst im Nachhinein mit Hilfe von Indikatorfunktionen auf Regionen heruntergebrochen werden. Viele Eigenschaften der SCGE gelten dementsprechend auch für makroökonomische Gleichgewichtsmodelle: Sie weisen eine starke mikroökonomische Fundierung und hohe Komplexität auf und sind stark durch die vom Modellierer unterstellten Annahmen getrieben.

Rothengatter (2017) verweist in seinem Überblick z. B. auf das GEM-E3-Modell,<sup>27</sup> das mit Unterstützung der Europäischen Kommission von einem multinationalen Konsortium entwickelt wurde (Capros et al., 2013). Ursprünglich nur für die EU-Mitgliedstaaten gedacht, umfasst es heute neben den 28 Mitgliedstaaten auch die OECD- sowie die G20-Länder. Die einzelnen Volkswirtschaften werden durch 31 Sektoren abgebildet und durch Modellierung der Handelsbeziehungen miteinander verbunden. Das Modell ist modular aufgebaut und unterstützt auch abseits von Wettbewerbsmärkten eine Vielzahl anderer Marktstrukturen und -beschränkungen. So ist beispielsweise am Arbeitsmarkt die Berücksichtigung von unfreiwilliger Arbeitslosigkeit sowie eingeschränkter Mobilität über Staatsgrenzen hinweg möglich.

Der Schwerpunkt von GEM-E3 liegt in der Abbildung der Beziehungen zwischen Wirtschaft, Energiesystem und Umwelt, es wird seit Jahren als Tool zur Politikanalyse und mittel- bis langfristigen Folgenabschätzung verwendet, insbesondere auch zur Beurteilung von Klimaeffekten von politischen Maßnahmen. Ein Beispiel für eine Anwendung im Transportbereich findet sich in Charalampidis et al. (2019). Die Vor- und Nachteile entsprechen größtenteils jenen der SCGE-Modelle.

## 6.4 Regionalökonomische und -ökonometrische Modelle

Laut Rothengather (2017) werden unter diesem Modelltyp eine ganze Reihe an unterschiedlichen Ansätzen subsumiert. Er unterscheidet dabei zwischen *Land-Use-* und *Regional-Impact-* Modellen. Zu letzteren zählt er auch das IHS-EAR-Modell, das in Österreich zur Bewertung von Infrastrukturmaßnahmen verwendet wurde. Aufgrund der zahlreichen Anwendungen auf österreichische Infrastrukturprojekte (z. B. Bewertung der baltisch-adriatischen Achse sowie der Donauachse) wird in diesem Abschnitt das IHS-EAR-Modell genauer beschrieben.

Das Erreichbarkeitsabhängige Regionalmodell (IHS-EAR) folgt im Prinzip dem methodologischen Ansatz von Wegener und Bökemann (1998), Schürmann und Talaat (2002) beziehungsweise Spiekermann und Wegener (2006). Es ist im Grunde ein neoklassisches Regionalwachstumsmodell (Nagl et al. 2010), das die Wertschöpfung  $Y_i$  einer Region i durch klassische Produktionsfaktoren erklärt. Das Modell folgt einem Produktionsfunktionsansatz in Cobb-Douglas-Form, erweitert aber die klassischen Inputfaktoren Kapitalstock, Beschäftigte, Humankapitalstock und technologischer Fortschritt um einen Erreichbarkeitsindikator (= qualitätsbereinigte Infrastrukturausstattung) für den Güter- sowie für den Personenverkehr. Eine Erhöhung des Erreichbarkeitsindikators steigert somit — wie alle anderen Produktionsfaktoren auch — die regionale Wertschöpfung. Das IHS-EAR-Modell bewertet aus makroökonomischer Perspektive ausschließlich die Betriebsphase, also Erreichbarkeitsveränderungen aufgrund von Infrastrukturmaßnahmen, und nicht die Effekte in der Bauphase.

<sup>&</sup>lt;sup>27</sup> General Equilibrium Model for Energy-Economy-Environment interactions. https://ec.europa.eu/jrc/en/gem-e3

<sup>&</sup>lt;sup>28</sup> Vgl. Barro/Sala-i-Martin (2003).

Zentral für das IHS-EAR-Modell ist das Konzept der Erreichbarkeit, für das es eine Vielzahl an Definitionen gibt. Hansen (1959) und Martellato et al. (1998) verstehen darunter das Potenzial an Möglichkeiten zur räumlichen Interaktion. Erreichbarkeit kann aber auch als die Bequemlichkeit oder Leichtigkeit der räumlichen Interaktion, die Möglichkeiten an Kontakten bzw. Vorleistungen oder die Attraktivität eines Knotens in einem Netzwerk unter Berücksichtigung der Aktivitäten anderer Knoten und der Kosten, die zur Erreichung dieser aufgewendet werden müssen, interpretiert werden.<sup>29</sup>

Die Erreichbarkeit, abgebildet über einen Erreichbarkeitsindikator je Region, ist als angebotsseitiger Produktionsfaktor zentral für die Bewertung der Infrastrukturmaßnahme. Abbildung 9 stellt den Ansatz schematisch dar. Der Erreichbarkeitsindikator ist umso höher, je attraktiver umliegende Regionen sind (gemessen an ihrer ökonomischen Aktivität, dem BIP oder dem BRP<sup>30</sup>) und je besser sie erreichbar sind (gemessen an einer Modalsplit-gewichteten Fahrzeit). Findet nun ein Ausbau auf einer Strecke (in Abbildung 9 für "Region 2") statt, so rückt das erreichbare BIP zeitlich näher an die jeweils betrachtete Region heran. Der Erreichbarkeitsindikator der betrachteten Region ("Meine Region") steigt und erwirkt als angebotsseitiger Produktionsfaktor eine Zunahme des BIP.

Abbildung 9: Schematische Darstellung



Quelle: Eigene Darstellung (IHS).

Im IHS-EAR-2.0-Modell ist der Erreichbarkeitsindikator (Al<sub>i</sub> für Accessibility Indicator) einer Region i formal wie folgt definiert:<sup>31</sup>

$$AI_i = \sum_j g(W_j) f(c_{ij})$$

wobei  $g(W_j)$  eine Funktion ist, welche die erreichbaren Aktivitäten W anderer Regionen j ( $\neq i$ ) darstellt und  $f(c_{ij})$  die sogenannte Impedanzfunktion ist, welche die generalisierten Kosten der

<sup>&</sup>lt;sup>29</sup> Vgl. Rietveld (1994), S. 329ff.

<sup>&</sup>lt;sup>30</sup> BRP = Bruttoregionalprodukt.

<sup>&</sup>lt;sup>31</sup> Vgl. Spiekermann und Neubauer (2002), Working Paper.

Interaktion zwischen den Regionen i und j beinhaltet. Die Aktivitätsfunktion gibt an, in welcher Form die Aktivität  $W_j$  in Region j von Region i aus erreichbar ist. Die Aktivität kann beispielsweise die Bevölkerung, die Wirtschaftsleistung oder das durchschnittliche Einkommen in einer Region sein. Je höher  $W_j$  ausfällt, umso höher – ceteris paribus $^{32}$  – ist auch der Wert des Erreichbarkeitsindikators. Die Impedanzfunktion gibt den räumlichen Widerstand an, dessen Überwindung notwendig ist, die Aktivität zu erreichen und wird durch die generalisierten Kosten  $(c_{ij})$  bestimmt. Wie bereits angedeutet, umfassen diese nicht nur Kosten eines Transportmittels (Treibstoff, Fahrkarte, Maut etc.), sondern auch die Reisezeit, die man von Region i nach Region j benötigt. Je zentraler eine Region liegt bzw. je besser die Infrastrukturausstattung der Region ausfällt, umso kleiner werden die generalisierten Kosten und umso höher wird der Erreichbarkeitsindikator sein. Wenn  $W_j$  die Bevölkerung einer Region ist und  $c_{ij}$  die Reisezeit, dann bedeutet ein hoher Erreichbarkeitsindikator  $(Al_i)$ , dass man die Bevölkerung in Region j von Region i aus in relativ kurzer Zeit erreichen kann.

Die Erreichbarkeitsindikatoren können für den Güterverkehr (GV) bzw. für den Personenverkehr (PV) wie folgt spezifiziert werden:

$$AI_{i}^{GV} = \sum_{j} BIP_{j} \exp(-\beta t_{ij}^{GV}),$$
  

$$AI_{i}^{PV} = \sum_{j} POP_{j} \exp(-\beta t_{ij}^{PV}),$$

wobei  $BIP_j(POP_j)$  das Bruttoinlandsprodukt (die Bevölkerung) von Region j ist und die Impedanzfunktion durch  $f(c_{ij}) = \exp(-\beta c_{ij})$  gegeben ist, wobei  $c_{ij} = t_{ij}^{GV}$  (Güterverkehrsreisezeiten) für die Güterverkehrserreichbarkeit und  $c_{ij} = t_{ij}^{PV}$  für die Personenverkehrserreichbarkeit (Personenverkehrsreisezeiten) gewählt wird. Der Parameter  $\beta$  bestimmt die räumliche Gewichtung. Je höher dieser Parameter gewählt wird, umso geringer werden weiter entfernt liegende Regionen im Erreichbarkeitsindikator gewichtet.

Innerhalb des IHS-EAR-2.0-Modells ist die regionale Wertschöpfung über einen klassischen Produktionsfunktionsansatz in Cobb-Douglas-Form dargestellt. Die Erreichbarkeit ist hierbei nur einer von mehreren Produktionsfaktoren einer Region i. Im Allgemeinen ist die regionale Produktion  $Y_i$  eine Funktion des technologischen Niveaus A, des physischen Kapitalstocks  $K_i$ , der Anzahl an Beschäftigten  $L_i$ , des Humankapitalstocks  $H_i$ , des Erreichbarkeitsindikators für den Güter- sowie für den Personenverkehr  $AI_i^{GV}$  und  $AI_i^{PV}$ , sowie eines stochastischen Schocks $E_i$ :

$$Y_i = AK_i^{\alpha} L_i^{\beta_1} H_i^{\beta_2} AI_i^{GV \phi_{GV}} AI_i^{PV \phi_{PV}} \varepsilon_i$$
(3)

wobei  $\alpha$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\varphi^{GV}$  und  $\varphi^{PV}$  Parameter der Gleichung sind, die mittels statistischer Verfahren geschätzt werden müssen. Bei allen Produktionsfaktoren, und somit auch bei dem Erreichbarkeitsindikator, wird davon ausgegangen, dass die Produktion einer Region durch die Erhöhung

<sup>&</sup>lt;sup>32</sup> Ceteris paribus bedeutet "gegeben, dass alle anderen die Erreichbarkeit beeinflussenden Faktoren konstant bleiben".

 $<sup>^{33}</sup>$  Vgl. Barro und Sala-i-Martin (2003), o. S.

eines dieser Produktionsfaktoren ausgeweitet werden kann und sich somit auch die Wirtschaftsleistung dieser Region im Vergleich zum Basisszenario erhöht.

Ein wesentlicher **Vorteil** des EAR-Ansatzes besteht darin, dass die Verbesserung der Erreichbarkeit aufgrund eines Infrastrukturprojekts direkt auf eine Outputgröße von wirtschaftspolitischem Interesse – der regionalen Wertschöpfung – abgebildet werden kann. Die Datenanforderungen seitens der ökonomischen Kennzahlen sind gering und Veränderungen der Fahrzeiten lassen sich über bestehende Verkehrsmodelle als Input einspeisen.

Zu den **Nachteilen** zählt vor allem die schwache mikroökonomische Fundierung, da de facto eine reduzierte aggregierte Form eines Gleichgewichts unterstellt wird, auf Basis dessen der Effekt des Infrastrukturprojekts gemessen wird. Ein weiterer Nachteil ist, dass nur unzureichend historische Daten über die Fahrzeiten zwischen den regionalen Zellen verfügbar sind, und die Schätzung daher auf einem Querschnitt der Daten beruht. Daher können nicht, wie beispielsweise innerhalb einer Panelanalyse, unbeobachtete Heterogenitäten der Regionen berücksichtigt werden, weshalb der kausale Effekt von Erreichbarkeitsverbesserungen womöglich verzerrt geschätzt wird. Darüber hinaus kann nur ein Gesamteffekt angegeben werden. Eine Trennung der Erreichbarkeitseffekte in einzelne Wirkungskanäle (Arbeitsmarkt, Konsum, Produktivitätseffekte über Agglomeration ...) kann somit nicht vorgenommen werden. Die Effekte werden dabei in zusätzlichem BIP-Wachstum je Region ausgegeben. Dieses Maß ist streng genommen nicht mit der Wohlfahrt aus der konventionellen KNA vergleichbar. Siehe hierzu Kapitel 5.

### 6.5 Mikroökonometrische kausale Effektanalysen

Eine wesentliche Herausforderung bei der Abschätzung der ökonomischen Effekte von Infrastrukturausbaumaßnahmen bzw. bestehender Infrastruktur auf die wirtschaftliche Entwicklung einer Region ist es, den durch die Verkehrsinfrastruktur tatsächlich induzierten kausalen Effekt von anderen, davon unabhängigen Einflüssen zu trennen (Endogenitätsproblem). Die zentrale Frage ist daher, ob Infrastrukturausbauten die ökonomische Entwicklung aktiv beeinflussen, oder ob eine gute wirtschaftliche Entwicklung in bestimmten Regionen dazu führt, dass die Verkehrsinfrastruktur in diesen Regionen ausgebaut wird bzw. dort bereits eine qualitativ hochwertigere Infrastruktur besteht. Anders gefragt, hätten sich die betroffenen Regionen auch ohne die entsprechende Verkehrsinfrastruktur wirtschaftlich ähnlich stark entwickelt?

Als aktueller "Goldstandard" zur Identifikation solcher kausalen Effekte gelten in der ökonomischen Fachliteratur natürliche Experimente bzw. quasi-experimentelle Methoden, welche versuchen, natürliche Experimente nachzubilden. Angrist und Pischke (2009) erklären die Logik dieser Ansätze mittels der Analogie zweier identer paralleler Welten A und B. In Welt A wird die Infrastrukturmaßnahme umgesetzt, in Welt B nicht. Abseits davon sind beide Welten gänzlich ident (ceteris paribus). Ein einfacher Vergleich einer bestimmten Zielgröße, beispielsweise BIP-Wachstum in den durch die Maßnahme betroffenen Regionen der beiden Welten, ergäbe den kausalen Effekt der Infrastrukturmaßnahme.

In der Praxis lassen sich diese Parallelwelten über eine zufällige Zuteilung einer Maßnahme (beispielsweise Infrastrukturverbesserung) bewerkstelligen. Die zufällige Zuteilung sorgt theoretisch dafür, dass alle anderen Faktoren keinen Einfluss auf die Zielgröße (beispielsweise BIP-Wachstum) haben. Eine weitere Möglichkeit, kausale Effekte zu identifizieren, stellen sogenannte quasi-experimentelle Methoden dar. Dabei wird nach exogener Variation – in unserem Beispiel in der Fahrzeit – gesucht, welche, wie der Name exogen vermuten lässt, keine Rückwirkung zur Zielgröße (beispielsweise BIP) aufweist.

Ein Beispiel für eine solche exogene Variation in der Qualität der Infrastruktur ist die Studie von Martincus und Blyde (2013). Darin wird der Effekt von Infrastruktur auf die Exporte chilenischer Unternehmen zwischen 2008 und 2011 untersucht, wobei die exogene Variation in der Qualität der Infrastruktur ein Erdbeben im Jahr 2010 bildet, welches die üblichen Transportrouten mancher Unternehmen in unterschiedlichem Maße negativ beeinflusste. Dabei bedienen sich die Autoren eines klassischen Vorher/Nachher-Vergleichs zwischen dem Exportwachstum von Produkten von Unternehmen, deren Transportrouten betroffen bzw. nicht betroffen waren (Differenz-von-Differenzen- und Fixe-Effekte-Methode). Dabei zeigt sich, dass das Exportwachstum von Produkten in betroffenen Unternehmen um etwa ein Drittel geringer ausfiel als in Unternehmen, deren Exportrouten nicht betroffen waren (Kontrollgruppe).

Quasi-experimentelle Methoden können, abgesehen von Naturkatastrophen, auch andere exogene Variationen nutzen. So nutzen Mayer und Trevien (2017) eine Abweichung von der ursprünglich geplanten Réseau Express Régional (RER), einer 1965 geplanten Bahnverbindung, welche das historische Zentrum von Paris mit den über die Zeit entstandenen suburbanen Ballungszentren der Großraumregion Paris verbindet, zu der nach einem Regierungswechsel und durch budgetäre Restriktionen geänderten Streckenführung der RER. Da der ursprüngliche Plan vorsah, die neu entstandenen ökonomischen Zentren rund um Paris mit dem historischen Zentrum zu verbinden, liegt eine klare umgekehrte Kausalität vor. Da die Planänderung aus budgetären Gründen und nicht auf Basis von ökonomischen Planungskriterien erfolgte, können Erreichbarkeitsveränderungen der über den geänderten Plan zufällig an das Schienenverkehrsnetz angeschlossenen Regionen, welche zwischen dem historischen Zentrum und den suburbanen ökonomischen Zentren liegen, als exogene Variation<sup>34</sup> verwendet werden. Die so an die RER angebundenen Regionen erfuhren ein höheres (Brutto-)Beschäftigungswachstum (8,8 Prozent zwischen 1975–1990) und eine höhere Rate an (vor allem ausländischen) Betriebsansiedlungen.

Eine weitere aktuelle Studie über die Effekte von inkrementellen Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen in entwickelten Volkswirtschaften findet sich in Gibbons et al. (2019). Darin werden die Effekte neuer Straßenverbindungen auf Unternehmensansiedlungen, Beschäftigung, Produktivität und Löhne britischer Unternehmen zwischen 1998–2008 geschätzt. Die Infrastrukturverbesserung wird dabei mittels eines klassischen Erreichbarkeitsindex (erreichbare Beschäftigung) abgebildet und es werden fixe Unternehmenseffekte und nicht-lineare Zeittrends inkludiert.

42

<sup>&</sup>lt;sup>34</sup> In diesem Fall liegt die exogene Variation nicht aufgrund eines natürlichen Experiments vor, sondern wurde vom Forscher mittels sorgfältiger Argumentation unterstellt und "konstruiert".

Zudem werden nur die Effekte auf Unternehmen, welche ihren Sitz innerhalb eines Radius von zwischen 1 bis 20 km der Maßnahme haben, geschätzt. Die Ergebnisse deuten auf signifikante positive Effekte der Erreichbarkeit auf alle betrachteten Zielgrößen hin. Eine um ein Prozent höhere Erreichbarkeit korrespondiert mit einer Zunahme der Betriebsansiedlungen und Beschäftigung zwischen 0,3 und 0,5 Prozent.

Neben diesen Studien über aktuellere Effekte von eingeschränkt verfügbarer bzw. verbesserter bestehender Verkehrsinfrastruktur existieren auch Studien über die historischen kausalen Effekte neuer Verkehrsinfrastruktur. So schätzt Donaldson (2018) den Effekt der Errichtung des Eisenbahnnetzes im kolonialen Indien auf Preisunterschiede (über Transportkosten), interregionalen Handel und auf die reale Einkommensentwicklung indischer Regionen zwischen 1870–1930. Dabei nutzt der Autor ökonometrisch schätzbare reduzierte Darstellungsformen eines ökonomisch-theoretischen Gleichgewichtsmodells. Das Hauptergebnis der Analysen ist, dass die Anbindung an die Eisenbahn das reale (landwirtschaftliche) Einkommen um 16 Prozent gesteigert hat. Diese Effekte sind etwa zur Hälfte auf Wohlfahrtseffekte durch verbesserten Handel zurückzuführen. Zur Untermauerung eines kausalen Effekts werden sogenannte Placebo-Tests durchgeführt. Dabei wird getestet, ob Eisenbahnverbindungen (aus drei unterschiedlichen historischen Plänen), welche zur damaligen Zeit geplant waren, aber aus unterschiedlichen Gründen nicht durchgeführt wurden, eine Scheinkorrelation mit der realen Einkommensentwicklung aufweisen. Da sich keinerlei Effekte dieser nicht durchgeführten Vorhaben zeigen, geht der Autor von einem kausalen Effekt aus.

Der wesentliche **Vorteil** der Quantifizierung von ökonomischen Effekten von Verkehrsinfrastruktur über mikroökonometrische Methoden ist der wissenschaftlich hohe Standard, welchem diese Methoden gerecht werden, und die Interpretation des Ergebnisses als kausaler Effekt der Maßnahme. Richtig eingesetzt ermöglichen letztlich nur diese Methoden, den relevanten Effekt von anderen Einflüssen zu trennen und zu quantifizieren. Das ist auch der Grund dafür, dass die oben dargestellten Studien alle in international führenden akademischen Fachzeitschriften publiziert wurden. Als Messgröße für die wirtschaftlichen Effekte der Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen können innerhalb dieser Methoden alle mit beobachtbaren Daten darstellbare Größen wie beispielsweise Bruttoinlandsprodukt, Beschäftigung, Exporte, Lohnwachstum etc. abgebildet werden. Effekte auf Zielgrößen von latenten Nutzen- und Wohlfahrtskonzepten finden in der Regel nicht statt.

Mikroökonometrische kausale Effektanalysen weisen gegenüber anderen Quantifizierungsmethoden im Wesentlichen drei **Nachteile** auf. Erstens stellen diese Methoden meist hohe Anforderungen an die verfügbaren Daten in Quantität und Qualität. Liegt zudem kein natürliches Experiment vor, muss eine kluge Identifikationsstrategie (gute Kontrollgruppe, selbst generierte exogene Variation ...) entwickelt und argumentativ umfassende Überzeugungsarbeit geleistet werden. Dadurch wird im Regelfall die Anwendbarkeit dieser Methoden durch die Verfügbarkeit der Daten bestimmt, was auch die zum Teil skurrilen bzw. veralteten empirischen Anwendungsfälle in den akademischen Top-Journals zeigen. Liegen die entsprechenden Daten bzw. die

exogene Variation der Verkehrsinfrastrukturmaßnahme von Interesse nicht vor, so können diese Methoden nicht überzeugend zum Einsatz kommen. Die zweite große Einschränkung ist, dass nur ex post Analysen durchgeführt werden können. Die Methoden eigenen sich daher nicht, um ein in Planung befindliches Projekt ex ante auf sein Kosten-Nutzen-Verhältnis hin zu prüfen. Der dritte Nachteil besteht darin, dass sich die mittels dieser Methoden identifizierten Effekte in der Regel nicht einzelnen ökonomischen Wirkungskanälen zuordnen lassen, da nur ein Gesamteffekt als Ergebnis vorliegt.

### 6.6 System Dynamics Models

System-Dynamics-Modelle versuchen statische und dynamische Beziehungen zwischen Größen und ihre Entwicklung in Raum und Zeit zu beschreiben. Sie verfolgen dabei keine klassische oder keynesianische Wirtschaftstheorie und basieren auch nicht auf dem Gleichgewichtsparadigma des wirtschaftswissenschaftlichen Mainstreams. Dabei werden relevante Größen entweder als Bestandsgrößen oder als Flussgrößen beschrieben. Laut Rothengatter (2017) versucht der Lösungsalgorithmus nicht, mathematische Systeme von Differentialgleichungen zu lösen, sondern wendet numerische Integrationsmethoden an, um einen Systempfad über die Zeit zu entwickeln. Ein praktischer Vorteil besteht darin, dass es möglich ist, große Modelle zu erstellen, die mehrere interagierende Bereiche wie Transport, Wirtschaftssektoren, Technologie, Umwelt und andere abdecken.

Das ASTRA-Modell (*Assessment of Transport Strategies*) wurde unlängst verwendet, um die Auswirkungen der Fertigstellung des *Trans-European Transport Network* (TEN-T) auf das Wirtschaftswachstum, die Beschäftigung und die Umwelt zu ermitteln (Schade et al. 2018). Laut Beschreibung der Modellbetreiber ist es eines der wenigen Instrumente, das das gesamte Verkehrssystem integriert. Es umfasst ein Transportnachfragemodell, ein Fahrzeugflottenmodell, ein Umweltmodell und ein vollwertiges makroökonomisches Modell (einschließlich der Modelle der Volkswirtschaften aller EU-Mitgliedstaaten sowie ein Handelsmodell für den Intra-EU-Handel und den Handel mit anderen Weltregionen). Als nachteilig dürften sich die hohe Komplexität und die hohen Datenanforderungen erweisen.

# 6.7 Input-Output-Analysen

Im Infrastrukturbereich wird die Input-Output-Analyse (IOA) primär zur Bewertung von Investitionen herangezogen. Mittels der IOA können Multiplikatoreffekte, die mit (Investitions-)Ausgaben einhergehen, quantifiziert werden. Die Input-Output-Analyse ermöglicht die Berechnung von Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekten sowie der Änderungen des Steuer- und Abgabenaufkommens, die sich durch Infrastruktur- oder andere Investitionen ergeben. Im Ergebnis liefert die Untersuchung die kumulierten Auswirkungen der betrachteten Ausgaben auf die Wirtschaft.

Methodisch beruht die Input-Output-Analyse auf den Arbeiten von Leontief (1936), der die Gesamtwirtschaft als ein System von Wirtschaftssektoren betrachtet, die jeweils Leistungsströme aufnehmen und abgeben. Die Grundüberlegung besteht darin, dass die Primärnachfrage durch eine Infrastrukturmaßnahme eine Nachfrage nach Vorleistungsgütern auslöst, die selbst wiederum zu weiteren Vorleistungsbezügen führen usw., sodass im Endeffekt eine Kette von Folgebeschaffungen entsteht.

Diese Verflechtungen der einzelnen Produktionsbereiche in einer Volkswirtschaft sowie deren Beiträge zur Wertschöpfung sind in der, verglichen mit anderen makroökonomischen Modellen sehr detaillierten, Input-Output-Tabelle dargestellt. Sie wird ergänzend zur Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) nach international einheitlichen Konzepten und Regeln (System of National Accounts [SNA] 2008, Europäisches System der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung [ESVG] 2010) erstellt und ist für eine Vielzahl an Ländern verfügbar. In Österreich veröffentlicht Statistik Austria jährlich die Input-Output-Statistik, die derzeit aus insgesamt 40 Matrizen besteht, darunter die Input-Output-Tabelle in zwei Varianten (heimische Produktion und Importe bzw. nur heimische Produktion). Die nationale Input-Output-Tabelle für Österreich ist nach einer Güter-x-Güter-Matrix mit 74 Gütersektoren aufgebaut.

Ausgangspunkt einer IOA sind in der Regel die (Investitions-)Ausgaben, die im Rahmen einer Maßnahme getätigt werden. Diese bewirken zunächst direkt Wertschöpfung und Beschäftigung bei den beteiligten Unternehmen (direkte Effekte).<sup>35</sup>

Dafür benötigen sie jedoch Produkte und Dienstleistungen von anderen Unternehmen und bewirken so Wertschöpfungs- und Beschäftigungseffekte bei diesen. Diese sogenannten "Erstrundeneffekte" werden über gesamtwirtschaftliche Verflechtungen wiederum multiplikativ verstärkt. Die ursprünglich getätigten Ausgaben induzieren also Folgerunden- beziehungsweise Multiplikatoreffekte, da jeder Betrieb für die Herstellung seiner Produkte und Dienstleistungen Halbfabrikate sowie Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffe von anderen Branchen benötigt. Um von den Erstrundeneffekten auf die Höhe dieser Folgerundeneffekte schließen zu können, verwendet man die aus der Input-Output-Tabelle abgeleiteten Multiplikatoren, welche die sektoralen Verflechtungen der Volkswirtschaft in kompakter Form abbilden.

Die Höhe der Multiplikatoren hängt in erster Linie von der Struktur der wirtschaftlichen Verflechtungen der primär angeregten Sektoren mit den übrigen Sektoren ab, das heißt vor allem davon, an wen die Personal- und Sachausgaben fließen, und wie diese in Folgeaufträgen weitergegeben werden. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Vorleistungen aus dem In- und Ausland bezogen werden können. Primäre Effekte, also Erstrundeneffekte, und davon durch Wirtschaftsverflechtungen ausgelöste weitere Effekte für Österreich gehen aber nur von jenem Teil der laufenden Ausgaben aus, der nicht durch Importe ins Ausland abfließt. Diese Effekte, die aufgrund von Vorleistungsketten entstehen, werden **indirekte Effekte** genannt.

45

<sup>&</sup>lt;sup>35</sup> Die Begriffe der direkten und indirekten Effekte haben im Kontext der Input-Output-Analyse nicht dieselbe Bedeutung wie in der vorliegenden Studie.

Die direkten und indirekten Effekte bewirken aber auch eine Veränderung von Einkommen und Betriebsüberschüssen. Erstere wirken sich in der Folge wiederum auf den privaten Konsum aus (konsuminduzierte Effekte), letztere auf die Investitionsnachfrage (investitionsinduzierte Effekte). Gelegentlich werden auch noch steuerinduzierte Effekte berechnet, die sich aus der Erhöhung der öffentlichen Nachfrage durch das zusätzliche Steueraufkommen ergeben.

Beschäftigte Personalkosten, Betriebsinduziert Wertschöpfung Kaufkraft überschüsse Steuern Folgerunden Beschäftigte Verbrauchsabgaben Ausgaben Wertschöpfung Kaufkraft induziert Steuern induzier indirekt Beschäftigte Vorleistungen Wertschöpfung Kaufkraft 1. Runde induziert Beschäftigte Vorleistungen 2. Runde Wertschöpfung Kaufkraft Steuern Beschäftigte Vorleistungen Wertschöpfung Kaufkraft n-te Runde Steuern

Abbildung 10: Darstellung von Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steuerwirkungen

Quelle: Eigene Darstellung (IHS 2009).

Abbildung 10 stellt den Kernbereich der IOA schematisch dar. Als Ergebnis der Input-Output-Analyse können daher die Auswirkungen von (Infrastruktur-)Investitionen auf Produktionswert, Bruttoinlandsprodukt, Wertschöpfung, Beschäftigung, Kaufkraft sowie Steuer- und Abgabenaufkommen berechnet werden, die direkt durch das Projekt selbst, indirekt durch Vorleistungsketten und induziert durch Veränderung von Einkommen und Betriebsüberschüssen entstehen.

#### (Multi-)regionale Input-Output-Tabellen

Die von Statistik Austria veröffentlichten Input-Output-Tabellen bilden die nationale Ebene ab und enthalten keine regionalen Daten für individuelle Regionen (z. B. Bundesländer). Um die Frage nach den ökonomischen Effekten speziell auf subnationaler Ebene beantworten zu können, müssen aus den nationalen IOTs daher (multi-)regionale IOTs abgeleitet werden. In formaler Hinsicht unterscheiden sich diese nicht von den nationalen Tabellen, in der Regel sind aber kleinere Regionen stärker vom Handel mit "außen" gelegenen abhängig als große – sowohl als

Exportland für die eigenen, regionalen Produkte als auch als Lieferant für notwendige Inputs der regionalen Produktion.

Die für einzelne Regionen beziehungsweise Bundesländer erstellten Tabellen (regionale Input-Output-Tabellen) bilden die gesamtwirtschaftlichen Verflechtungen aber nicht in ihrer Gesamt-dimension ab, zumal Multiplikatoreffekte aus anderen Bundesländern keine Berücksichtigung finden können.

Eine notwendige Weiterentwicklung der regionalen Input-Output-Tabellen stellt daher die multiregionale Input-Output-Tabelle dar. Diese verknüpft alle relevanten und zu betrachtenden Regionen in einer einzigen Tabelle, sodass zusätzlich zu den intraregionalen (innerhalb eines Bundeslandes) auch die interregionalen (zwischen den einzelnen Bundesländern) Verflechtungen präsentiert werden können. Anhand der multiregionalen Input-Output-Tabelle können die auf Landesebene ausgelösten ökonomischen Effekte sowie die in anderen Bundesländern und auch im Ausland ausgelösten wirtschaftlichen Impulse berechnet werden.

#### Annahmen und Einschränkungen

Die Input-Output-Analyse stellt ein wichtiges Instrument zur Abschätzung der Auswirkungen von (Infrastruktur-)Investitionen dar. Unter Würdigung der Methode und der Interpretation der Ergebnisse und deren Aussagekraft muss jedoch berücksichtigt werden, dass die Analyse auf einer Reihe von vereinfachenden Annahmen beruht: Das Modell basiert auf der Annahme konstanter, preisunabhängiger Vorleistungskoeffizienten; sie geht davon aus, dass ausreichend Produktionskapazitäten vorhanden sind oder dass sie entsprechend erweitert werden können, um die zusätzliche Nachfrage abzudecken; somit werden je nach Auslastung der betroffenen Unternehmen entweder die bestehenden Arbeitsplätze abgesichert oder aber neue Beschäftigungsverhältnisse geschaffen.

Da die Erhebung der Datengrundlagen für die Input-Output-Tabellen sehr aufwendig ist, zumal alle Produktionsverflechtungen einer Volkswirtschaft aufgezeigt werden, sind die Tabellen nur mit einer Zeitverzögerung von einigen Jahren verfügbar. Die nationalen Input-Output-Tabellen für Österreich werden in der Regel rund drei Jahre nach Ende des Jahres, das sie abbilden, veröffentlicht. Bei Berücksichtigung aktueller Informationen (Produktivitätssteigerungen, Preisänderungen, Einkommensänderungen) in der Analyse stellt das aber in der Regel kein Problem dar.

Viele dieser Einschränkungen können mittlerweile durch Erweiterungen des Input-Output-Modells berücksichtigt werden. So sind bereits Modelle verfügbar, die Preis- und Substitutionseffekte einbeziehen (Preismodelle), Änderungen in der Vorleistungsstruktur und Auswirkungen auf das Wirtschaftswachstum modellieren (dynamische Input-Output-Modelle) oder generell die Input-Output-Analyse mit anderen volkswirtschaftlichen Modellen verknüpfen. Auch die Berücksichtigung von Umwelteffekten in Input-Output-Modellen ist möglich.

In jedem Fall ist aber zu beachten, dass die Input-Output-Analyse eher dafür geeignet ist, die Wertschöpfungs-, Beschäftigungs- und Steuerwirkungen der Bauphase zu berechnen. Sie kann

auch dafür verwendet werden, Reinvestitionen und laufende Instandhaltungskosten auf ihren volkswirtschaftlichen Mehrwert hin einzuschätzen. Allerdings kann mit einer Input-Output-Analyse nicht überprüft werden, welchen Nutzen die Maßnahme in ihrer Betriebsphase stiftet, also ob die Maßnahme aus gesamtgesellschaftlicher Sicht erstrebenswert ist. Dafür müssen andere Verfahren herangezogen werden.

# 7 Zusammenfassung und Conclusio

Um einen möglichst effektiven und effizienten Einsatz von begrenzten öffentlichen Mitteln für die Gesellschaft zu gewährleisten, sollten Verkehrsinfrastrukturprojekte ex ante auf ihren gesellschaftlichen Mehrwert überprüft werden. Dies erfolgt im Regelfall dadurch, dass ein Bewertungsverfahren durchgeführt wird, welches die Kosten und negativen Wirkungen den positiven Wirkungen eines Projekts gegenüberstellt. Die Wahl des konkreten Bewertungsverfahrens hängt von der Monetarisierbarkeit der negativen und positiven Wirkungsgrößen und des Komplexitätsgrads der Maßnahme ab. In der empirischen Praxis wird am häufigsten die Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) verwendet, welche sich für Projekte mit einer Vielzahl an quantitativmonetär erfassbaren Wirkungsbereichen eignet.

Die konventionelle KNA umfasst als Wirkungsbereiche betriebswirtschaftliche Effekte wie die Investitions-, Betriebs- und Instandhaltungskosten des Projekts, die direkten volkswirtschaftlichen Effekte der NutzerInnen durch Verkürzung der Reise- und Transportzeiten oder Reduktion der Fahrzeugbetriebskosten, und externe Effekte wie gesundheitliche, verkehrssicherheits- und umweltbezogene Wirkungen. Jeder Wirkungsposition dieser drei Wirkungsbereiche wird ein monetarisierter Wert (positiv für Nutzen und negativ für Kosten) zugewiesen und abschließend saldiert. Übersteigt der gesellschaftliche Nutzen die Kosten, kann das Projekt realisiert werden. Bestehen alternative Optionen zur Mittelverwendung, sollten jene mit dem höchsten positiven Nettonutzen gewählt werden.

Bei der empirischen Durchführung einer KNA sollte einerseits darauf geachtet werden, dass es zu keiner Doppelzählung von Kosten- oder Nutzenpositionen kommt und andererseits, dass alle relevanten Positionen abgebildet werden. Die Verwendung der konventionellen KNA kann unter der Annahme, dass vollkommener Wettbewerb auf allen Märkten vorherrscht, gerechtfertigt werden. Da dies in der Praxis nie zutreffen wird, schlägt die aktuelle Fachliteratur vor, zusätzliche ökonomische Effekte im weiteren Sinne (*Wider Economic Benefits*) in das Bewertungsverfahren miteinzubeziehen. Dazu zählen Effekte aufgrund von unvollkommenen Produktmärkten, unvollkommenen Arbeitsmärkten und Produktivitätseffekte aufgrund steigender Agglomeration.

Ex-ante-Bewertungen von Verkehrsinfrastrukturprojekten adressieren als Zielgruppe meist regionalpolitische AkteurInnen und Interessensverbände, welche zur Kommunikation der Ergebnisse für ihre Klientel allgemein und leicht verständliche Konzepte und Fakten benötigen. Darunter fallen in der Praxis Zahlen über erwartete Verkehrsströme, Fahrzeitverbesserungen sowie Beschäftigungs- und Wertschöpfungszuwächse. Die konventionelle KNA verwendet als Konzept aber den an die mikroökonomische Nutzentheorie angelehnten Wohlfahrtsbegriff. Da der absolute Wert der Wohlfahrt, im Gegensatz zur Produktion (BIP), nicht gemessen wird, ist der Wohlfahrtsbegriff allgemein schwerer verständlich und vermittelbar. Darüber hinaus ist zu bedenken, dass nicht alle Wirkungen in gleichem Maße wohlfahrts- und/oder wertschöpfungswirksam sind. Manche Effekte können sogar positiv auf die Wertschöpfung und negativ auf die Wohlfahrt wirken.

Zur Quantifizierung der direkten und indirekten (im weiteren Sinne) volkswirtschaftlichen Effekte von Verkehrsinfrastrukturmaßnahmen besteht eine Vielzahl an Modellen und methodischen Ansätzen. Die gängigen Modelle und Methoden decken jeweils unterschiedliche Wirkungsbereiche ab, fokussieren auf bestimmte Wirkungsmechanismen oder Zielgrößen und haben spezifische Vor- und Nachteile. Die Wahl des Modells bzw. einer bestimmten Methode sollte auf Basis der konkreten Anforderungen erfolgen.

Im Folgenden (siehe Tabelle 2) soll hierzu ein Beispiel in Form einer Charakterisierung dreier Methoden/Modelle hinsichtlich der betrachteten Wirkungen und der Zielgröße gegeben werden. Diese Gegenüberstellung beinhaltet die in der Empirie am häufigsten angewandte Methode der konventionellen KNA, die ökonomisch-theoretisch am besten fundierte Modellklasse der Räumlichen Allgemeinen Gleichgewichtsmodelle (SCGE), sowie das für österreichische Schieneninfrastrukturprojekte in der Vergangenheit oft eingesetzte räumlich-ökonometrische Modell EAR.

In den Zeilen sind die innerhalb der konventionellen KNA üblichen Kosten- und Nutzenpositionen sowie die in der aktuelleren Literatur diskutierten *Wider Economic Benefits* (WEB) enthalten. Die Summe all dieser Positionen zeigt, zum derzeitigen Wissensstand, ein vollständiges Bild aller relevanten Wirkungen, ohne dabei Doppelzählungen vorzunehmen. In den Spalten wird durch entsprechende Symbole dargestellt, ob ein Ansatz geeignet ist, die jeweilige Wirkung gänzlich oder teilweise abzubilden.

Die Gegenüberstellung zeigt ein relativ deutliches Bild. Die konventionelle KNA deckt im Regelfall alle Wirkungen mit Ausnahme der WEB ab. Dabei wird ausschließlich die Wohlfahrt als Maß der Nutzenkomponenten des Bewertungsverfahrens berücksichtigt. Im Gegensatz dazu deckt ein räumliches allgemeines Gleichgewichtsmodell (SCGE) keine betriebswirtschaftlichen und externen Wirkungen ab, kann jedoch alle relevanten volkswirtschaftlichen Wirkungen in beiden Metriken – sowohl Wohlfahrt als auch BIP – erfassen und ausdrücken. Im Gegensatz dazu bildet das regionalökonometrische EAR-Modell nur die BIP-Wirksamkeit in Summe ab, kann aber keine Aussagen über die Größe einzelner volkswirtschaftlicher Wirkungen treffen.

Zusammenfassend würde demnach eine konventionelle KNA zur Erfassung der betriebswirtschaftlichen und externen Wirkungen ergänzt um ein regionales allgemeines Gleichgewichtsmodell, welches die Wohlfahrts- und BIP-Wirksamkeit aller relevanten volkswirtschaftlichen Wirkungen abbilden kann, eine aus theoretischen und praktischen Aspekten optimale Bewertung sicherstellen.

Tabelle 2: Vergleichende Gegenüberstellung dreier Methoden bzw. Modelle

	KNA		SCGE		EAR	
	Wohlfahrt	BIP	Wohlfahrt	BIP	Wohlfahrt	BIP
Betriebswirtschaftliche Effekte:						
Investitionskosten der Infrastruktur	•					
Betriebs-, Instandhaltungskosten sowie Betriebserlöse	•					
Volkswirtschaftliche Effekte:						
Direkte Effekte						
Verkürzung der Reisezeiten und Transportzeiten (VTTs):						
- Berufsfahrten						1
- Pendlerfahrten	•					
- Freizeitfahrten						
- Gütertransporte	•		•			1
Reduktion von Fahrzeugbetriebskosten	•		•	•		•
(Pünktlichkeit, Zuverlässigkeit,)						1
Wider Economic Benefits						
Agglomerationseffekte	0		•			1
Wettbewerbs- und Skaleneffekte	0		•			1
Arbeitsmarkteffekte	0		•	•		1
Externe Effekte:						
Verkehrssicherheit	•					
Umweltwirkungen	•					
Weitere externe Aspekte (Komfort, etc.)						

### Legende

Enthalten

Teilweise enthalten, aber Wert ist nicht einer Wirkung zuordenbar

Kein Konsens bezüglich der Methodik

Quelle: Eigene Darstellung (IHS).

## 8 Literatur

Angrist, J. D. und Pischke, J.-S. (2009): Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion. Princeton: Princeton University Press.

Bråthen, S. und Givoni, M. (2017): The wider impacts from transport: What do we know, what do we still need to know and what does it mean? Research in Transportation Economics, Volume 63, August 2017, 1–4.

Bröcker, J., Korzhenevych, A. und Schürmann, C. (2010): Assessing spatial equity and efficiency impacts of transport infrastructure projects. Transportation Research Part B 44 (2010), 795–811.

Capros, P., Van Regemorter, D., Paroussos, L. und Karkatsoulis, P. (European Commission Joint Research Centre) (2013): GEM-E3 Model Documentation. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2013.

Charalampidis, I., Karkatsoulis, P. und Capros, P. (2019): A Regional Economy-Energy-Transport Model of the EU for Assessing Decarbonization in Transport. Energies 2019, 12, 3128.

Costinot, A. und Rodriguez-Clare, A. (2014): Trade Theory with Numbers: Quantifying the Consequences of Globalization. In Handbook of International Economics, Volume 4, 2014, 197–261.

Department for Transport, UK (DfT) (2005): Transport, Wider Economic Benefits, and Impacts on GDP. Discussion Paper.

Donaldson, D. (2018): Railroads of the Raj: Estimating the Impact of Transportation Infrastructure. American Economic Review, 108 (4–5), 899–934.

Eurostat (2010): Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen – ESVG 2010.

European Commission (Florio, M. et al.) (2008): Guide to Cost-Benefit Analysis of investment projects – Structural Funds, Cohesion Fund and Instrument for Pre-Accession, July 2008.

European Commission (Sartori, D. et al.) (EC 2015): Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects – Economic appraisal tool for Cohesion Policy 2014–2020. European Union, 2015.

European Investment Bank (2013): The Economic Appraisal of Investment Projects at the EIB, EIB Projects Directorate.

Fleurbaey, M. (2009): Beyond GDP: The Quest for a Measure of Social Welfare. Journal of Economic Literature, 47 (4): 1029–75.

Flyvbjerg, Bent, Skamris Holm, Mette K. und Buhl, Søren L. (2004): What Causes Cost Overrun in Transport Infrastructure Projects? Transport Reviews, Vol. 24, No. 1, January 2004, 3–18.

Fujita, M., Krugman, P. und Venables, A. (2001): The Spatial Economy: Cities, Regions, and International Trade, vol. 1, 1 ed., The MIT Press.

Gibbons, S., Lyytikäinen, T., Overman, H. G. und Sanchis-Guarner, R. (2019): New road infrastructure: The effects on firms. Journal of Urban Economics 110 (2019), 35–50.

Hansen, W. G. (1959): How Accessibility Shapes Land Use. Journal of the American Institute of Planners. Volume 25, 1959 – Issue 2.

Hansen, W. und Johansen, B. G. (2017): Regional repercussions of new transport infrastructure investments: An SCGE model analysis of wider economic impacts. Research in Transportation Economics 63 (2017), 38–49.

HEATCO (Bickel, P., Friedrich, R., Burgess, A., Fagiani, P., Hunt, A., De Jong, G., Laird, J., Lieb, C., Lindberg, G., Mackie, P., Navrud, S., Odgaard, T., Ricci, A., Shires, J. und Tavasszy, L.) (2006): HEATCO – Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. D5 – Proposal for Harmonised Guidelines. Second Revision, February 2006.

Hicks, J. R. (1939): Value and capital: An inquiry into some fundamental principles of economic theory, Oxford: Clarendon Press.

Jara-Diaz, S. (2007): Transport Economic Theory, Elsevier.

Jorgenson, D. W. (2018): Production and Welfare: Progress in Economic Measurement, Journal of Economic Literature, 56(3), 867–919.

Legaspi, J., Hensher, H. und Wang, B. (2015): Estimating the wider economic benefits of transport investments: The case of the Sydney North West Rail Link project. Case Studies on Transport Policy 3 (2015), 182–195.

Leontief, W. W. (1936): Quantitative Input and Output Relations in the Economic Systems of the United States. The Review of Economics and Statistics, Vol. 18, No. 3 (Aug. 1936), 105–125.

Love, P., Ahiaga-Dagbui, D. D. und Irani, Z. (2016): Cost overruns in transportation infrastructure projects: Sowing the seeds for a probabilistic theory of causation. Transportation Research Part A: Policy and Practice Volume 92, October 2016, 184–194.

Martellato, D., Nijkamp, P. und Reggiani, A. (1998): Measurement and measures of network accessibility: economic perspectives. In: Button, K., Nijkamp, P. and Priemus, H., Elgar, E. (Hg.): European Network Developments and Policies, Cheltenham.

Martincus, C. V. und Blyde, J. (2013): Shaky roads and trembling exports: Assessing the trade effects of domestic infrastructure using a natural experiment. Journal of International Economics Volume 90, Issue 1, May 2013, 148–161.

Mayer, T. und Trevien, C. (2017): The impact of urban public transportation evidence from the Paris region. Journal of Urban Economics 102 (2017), 1–21.

Metz, David (2008): The Myth of Travel Time Saving, Transport reviews, Vol. 28, No. 3, 321–336.

Mohringer, H. (1993): Maximizing, Measuring, and NOT double counting Transportation-Improvement Benefits: A Primer on Closed- and Open-Economy Cost-Benefit Analysis. Transportation Research B Vol. 27B, No. 6, 413–424.

Nagl, P., Schwarzbauer, W. und Sellner, R. (2010): Überlegungen zu Methoden der Bewertung des Nutzens von Maßnahmen im Verkehr. Zeitschrift für Verkehrswissenschaften, Vol. 81(1), 13–26.

Nordhaus, W. D. und Tobin, J. (1973): Is Growth Obsolete?. In: Moss, M. (Hg.): The Measurement of Economic and Social Performance: Studies in Income and Wealth, Volume 38, New York: National Bureau of Economic Research, 509–31.

OECD International Transport Forum (2017): Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport, Kapitel: Defining and measuring wider economic benefits and impacts.

Oulton, N. (2018): GDP and the system of national accounts: past, present and future. CFM Discussion Paper Series (CFM-DP2018-02). Centre For Macroeconomics, London, UK.

Rietveld, P. (1994): Spatial Economic Impacts of Transport Infrastructure Supply. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Vol. 28A, No. 4, 329–341.

Rothengatter, W. (2017): Wider economic impacts of transport infrastructure investments: Relevant or negligible? Transport Policy 59 (2017), 124–133.

Schade, W., Hartwig, J., Schäfer, S., Welter, S., Maffii, S., de Stasio, C., Fermi, F., Zani, L., Martino, A. und Bellod, L. (2018): The impact of TEN-T completion on growth, jobs and the environment. Methodology and results. Final Report.

Schürmann, C. und Talaat, A. (2000): Towards a European Peripherality Index – Final Report. Report for General Directorate XVI Regional Policy of the European Commission.

Spiekermann, K. und Wegener, M. (2006): Accessibility and Spatial Development in Europe. Scienze Regionali 5 (2), 15–46.

Veryard, D. (2017): Improving transport cost-benefit analysis: Overview and findings. In: OECD International Transport Forum: Quantifying the Socio-economic Benefits of Transport.

Vickerman, R. (2017): Wider Impacts of Megaprojects: Curse or Cure? In: The Oxford Handbook of Megaproject Management.

Wangsness, P. B., Rødseth, K. L. und Hansen, W. (2017): A review of guidelines for including wider economic impacts in transport appraisal, Transport Reviews, 37:1, 94–115, DOI: 10.1080/01441647.2016.1217283.

Wardman, M., Chintakayala, P., de Jong, G. und Ferrer, D. (2012): European Wide Meta-Analysis of Values of Travel Time – Final Report to the European Investment Bank, University of Leeds.

Wegener, M. und Bökemann, D. (1998): The SASI Model: Model Structure. Deliverable 8 of the EU Project Transport and Infrastructure Investments and Transport System Improvements (SASI).